

J. Kalkun

# Üldine geoloogia

Reaalkoolidele, tehnikumidele, põllutöö  
keskkoolidele, õpetajate seminaridele  
ja neile vastavatele õppeasutustele

96 kujutuse-, 7 tahvli- ja 1 tabeliga



Tallinn 1922  
G. Pihlakas'e kirjastus



ÜLDINE GEOLOGIA



A-34467

J. Kalkun

# Üldine geoloogia

Reaalkoolidele, tehnikumidele, põllutöö  
keskkoolidele, õpetajate seminaridele  
ja neile vastavatele õppeasutustele

96 kujutuse-, 7 tahvli- ja 1 tabeliga



TARTU ÜLKOOLI  
RAAMATUKOGU

G. Pihlakas'e kirjastus, Tallinn 1922

A.-S. „Ühiselu“ trükk, Tallinnas

TARTU ÜLIKOOLI  
RAAMATUKOGU

i224161489

## Sisujuhataja.

<b>Dünaamiline geoloogia</b> . . . . .	lhk	1—60
Vee geoloogiline tegevus vedelas olekus . . . . .	„	1—15
Vee geoloogiline tegevus kindlas olekus . . . . .	„	15—22
Tuule geoloogiline tegevus . . . . .	„	22—24
Organismide geoloogiline mõju . . . . .	„	25—27
Maakera suurus ja raskus . . . . .	„	28—29
Maakera oma temperatuur . . . . .	„	29—31
Kudamoodi meie päikese süsteem arenes . . . . .	„	31—38
Maakera kooriku tekkimine ja elu ilmumine ta pinnal . . . . .	„	38—42
Maksvad vaated mägede tekkimise kohta . . . . .	„	42—46
Ladesuhted . . . . .	„	46—49
Tulepurskavad mäed . . . . .	„	50—56
Kuumvee allikad . . . . .	„	56—58
Maavärisemised . . . . .	„	58—60
<b>Aeglooline geoloogia</b> . . . . .	„	61—95
Ürgaegkond ehk archaikum . . . . .	„	62—63
Vana aegkond ehk paläozoikum . . . . .	„	63—75
Paläozoikumi loomastik . . . . .	„	64—70
Paläozoikumi taimestik . . . . .	„	70—73
Paläozoikumi kihistused ja tarbemineraalid . . . . .	„	73—75
Keskaegkond ehk mesozoikum . . . . .	„	75—83
Mesozoikumi taimestik . . . . .	„	76
Mesozoikumi loomastik . . . . .	„	76—80
Mesozoikumi kihistused ja tarbemineraalid . . . . .	„	81—82
Metallkivid . . . . .	„	83
Uus aegkond ehk känozoikum . . . . .	„	83—95
Känozoikumi kihistused ja tarbemineraalid . . . . .	„	86
Tertsiaärajaajärgu loomastik ja taimestik . . . . .	„	86—89
Diluuvium . . . . .	„	89—95
<b>Uus jääaja teooria</b> . . . . .	„	96—116



## Eessõna.

Oma „Mineraloogia Käsiraamatu“ esimese trüki ilmumisel tehtud lubamist täites saadan sellega elusse eesoleva, „Üldise geoloogia“. Loodan, et ilmumise viibimine selle läbi on tasutud, et vaheajal õpetades praktiliste kogemuste hulka võisin suurendada, mis raamatu kirjutamisel kasutusele tuli.

Ei võinud teisiti, kui et raamatusse ka omad uued vaated jääaja probleemi lahendamise alal üles võtsin, katsusin seda aga nõnda teha, et ka vanemad vaated raamatus aset leidsid. Ühel ajal püüdsin viimaste nõrku külgi kätte näidata, mis aga enamasti ka juba teiste teadusemeeste poolt olid ära tuntud.

Põhjendatud vastuväiteid mainitud minu uue teooria kohta ei ole mulle veel kellegi poolt ette toodud, mis aga toodi, upitas teda veel kindlamale alusele. Vabanduseks — natuke varase õpiraamatusse paigutamise pärast, julgen ette tuua „uue teooria“ esimesel avalikul ettekandel, sügisel 1919. a. Tallinnas, järgnevatel läbirääkimistel ametivenna hra V. Nano poolt öeldud sõnu, mis umbes järgmiselt olid formuleeritud: „Kas see uus teooria teaduse poolt ümberlukkamatult maksma jääb, seda ei julge ma esimesel hoobil otsustada, kuid pean tunnistama, et hüpoteeside ja teooriate hulgas füüsika vallas, mis mulle tuntud, ma ainustki ei tea, mis nii suure hulga seletamatuid tõsiasi just kui ühise niidiga selgitavalt ümberhaarab, nagu see selle uue jääaja teooria läbi sünnib.“ — Kutselised loodusteadlased teavad, mis niisugune otsus hüpoteesi kui ka teooria kohta tähendab. — Minu meelest oli see enam, kui õnnistamine!

Raamatus esitatud uute terminite kohta oleks tähendada, et tarvilisena paistis mitmel juhusel „Maadeteaduse sõnastikus“ ilmunud oskussõnadest loobuda. Nii näit. on vastuvõtmatud „tomptõug“ (массивная горная порода) ja „uhttõug“ (осадочная горная порода). „Томп“ tähendab kongregatsiooni, mis millegi sees asub (tomp augus, tomp savi sees jne.); ver-

baaltüvi „uht“ sisaldab „erosiooni“ mõistet, millisena teda võimalik on tarvitada, kuidagi aga ei saa teda võtta „осадочная порода“ mõttes. Toodud sõnade asemel tunduvad enam kohasena „rüngastõug“ ja „sadetõug“. Üldiselt olen arvamises, et mitu terminit ühe mõiste jaoks ei esita pahet kirjanduses, vaid keelerikkust (äike, kõue, pikne; Schicht, Lage, Horizont, Bank; окружность, окрестность jne.). Sõnastikud oskussõnade jaoks olid väärtuslikud ja tarvilised neile õpetajatele, kes vastavate raamatute puudusel ei saanud teaduste ja õppeainete eestikeelsele käsitamisele asuda. Kui suveräänselt näit. E. Kayser geoloogiliste terminitega ümberkäib — luues uusi, kus vanad juba olemas, — näitab ta „Lehrbuch der Geologie“, mis neljas paksus andes läinud aastal VI trükina ilmus. Sama suveräänselt muudab meie noor geoloogia eriteadlane Dr. H. Bekker omas habilitatsiooni loengus isegi vanu lademetete nimetusi („Loodus“ nr. 4, lhk. 219), ehk kül ta Winkleri „Eestimaa geoloogia“ arvustusel („Loodus“ nr. 4, lhk. 254) tähendab, et vanematel nimetustel on eesõigus.

Tarvitan heameelega inseneeridelt ja keemikeridelt saadud geoloogilisi andmeid, sest need eriteadlased on geoloogia kui teadusharu algataja, Freibergi Mäeakadeemia ins.-prof. G. A. Werneriga võrreldavad tegelikud geoloogid.

Keelelisest küljest tuleb tähendada, et nom. ja gen. liitumisi on raamatus tarvitatud paralleelselt, sest pole veel kellegile siit-saadik õnnestanud ainult nom. liitumistega esineda. — Aine käsitusel on jõudumööda katsutud tabada veste-tooni. Muidugi leiab mõni vanakooli „nahkne“ pädagoog, kes veel ei tea, missugune tähendus on „meeleolu loomisel“, mõne koha juures võimalust tähendada: „Ja seda ütleb õpetaja!“

Allikatena on tarvitatud eesoleva teose juures peale muude Dr. Bastian Schmid, Lehrbuch der Mineralogie und Geologie, M. Neumayr, Erdgeschichte ja H. v. Winkler, Eestimaa geoloogia.

**J. Kalkun,**

Tall. õp. seminaari loodusloo õpetaja.

Tallinnas,  
Mihklipäeval 1922.

# I. Dünaamiline geoloogia.

Kui meie vanemal eal elurändamiselt tagasi jõuame lapsepõlve mängimaale, siis leiame harilikult, et koht pinnaliselt pole muutunud: kus oli enne küngas, seal seisab see veelgi; kus enne oli org või kuristik, seal leiduvad nad ka nüüd. Paistab, nagu oleksid mäed ja orud igavesest ajast rajatud ning põliselt muutmatud. Juhtume aga tuulispaski nägema, mis üle künka minnes temalt tolmutpilve kaasa haarab, siis peame otsusele jõudma, et küngas peale tuulekeerise ülemineku enam endiselt suur ei või olla, sest pihutäis tema ainetest viidi ta harjalt minema. Samale otsusele jõuame, kui üleskerkiva vihmasagara eest puu alt varju otsides küngast vaatleme. Me näeme siis, kuidas künkalt alla orgu ruttavad sogase vee sorud, millistes soga muud pole, kui langedes täitsa puhta ja selge vihmavee läbi künkalt kaasavõetud muld. Pärast vihma näeme, et orus — heinamaal — kaasatoodud mullast tihti kaunis märgatavad lasud on tekkinud, kuna künka pinnale vee lõhkumisest vaod on järele jäänud.

Küngas on tuule ja voolava vee jõuduavaldava tegevuse läbi madalamaks tehtud, kuna orgu selle vastu täideti. Kui lugu nõndamoodi aasta tuhandeid edasi kestab, siis peab küngaste ja orgude vahe lõppude lõpuks kaduma, ja me küsime imestades, miks läinud aegade igaviku kestel see juba pole sündinud. Mõtlev inimesevaim järeldab niisugusel juhusel, et ehk võiks jõudusid leiduda, mis maakera pinda jälle kõnarlikeks muudavad.

On tõesti märgatud hulk jõudusid, mis peale vee ja tuule tegevuse maakera pinda ühes ehk teises mõttes muudavad, ja nende jõudude geoloogilise tegevuse kirjeldus ongi dünaamilise\*) geoloogia\*\*\*) ülesanne.

## Vee geoloogiline tegevus vedelas olekus.

Kui meie mererannalt alates Pirita jõge mööda ülespoole sammume, siis näeme jõe käärudel tihti korduvat pilti: ühel pool sööb jõe vool kallast, kuna ta vastaskaldale ainet juure lisab. Selle juures ei tule muidugi arvata, et jõgi aine, mis ta

\*) Dünamis (δυναμικ) = jõud.

\*\*\*) Geoloogia = maateadus: gea (γη) = maa; logoi (λογοι) = tõsiõpetus.

ühelt kaldalt riisub, otse risti üle kannab, vaid mis võetakse, kantakse kuhugile alla poole, ja mis kaldale juure lisatakse, on ülevalt poolt tulnud. Samuti mängib jõe vesi süngi põhjas peituvat liivaga — võttes ja lisades. Kus eelmisel aastal oli madal süng, aegutab järgmisel aastal sügav võrendik, ja kus oli võrendik, seda on jõgi liivaga täitnud. Hävitamist ja ülesehitamist näeme siin käsikäes sammuvat. Sedasama teevad enamasti ka suured jõed. Volga jõel, näituseks, ei alata ühelgi kevadel enne laevasõitu, kui jõe süng ei ole uuesti läbi looditud, sest häda laevale, mis päri vett — lootes endise aasta sügava sõiduvee peale — liivikule on kinni jooksnud, pool tosinat aurikuid ei jaksa teda naljalt vastu vett lahti tassida.

Võtame pealt näha üsna selget jõe vett klaas-tsilindrisse ja laseme ta mõni päev seista, siis leiame tsilindri põhjas liivaka sademe korra. Ägeda müristamise vihma järele võib jõest võetud sogase vee sademe kord kaunis paksuks tõusta, milles üksikuid osakesi mitmesugusest suuruselt leidub. Need korraldavad end sadestumisel oma raskuse järele mitmesugusteks kihtideks. Nii palju, kui me ka tsilindrit loksutame, sadestumisel on samane tagajärg. Kui meie edasi sadestuse pealt selge vee ära kallame ja viimase portselaan katlakases kuumutuse teel ära aurutame, jääb veelgi katlakese põhja kiviainet, mis nähtavasti sulastunult varem vees peitunud. Läänud kevadel Tall. õp. seminaari õpilaste poolt toime pandud analüüsil andis 1 liiter Pirita jõe vett 0,137 gr soga sademeid ja 0,112 gr sulangust, — kokku ümmarguselt 0,25 gr kindelaineid. Kui oletame, et Pirita jõgi iga sekund 30 m<sup>3</sup> vett läbi saadab, siis viib ta päevas 648.000 gr kindelaineid merde, mis aasta kohta välja teeks 236.520 tonni ehk umbes 100.000 m<sup>3</sup> mulda. Suured jõed nagu Mississipi ja Ganges saadavad sellekohaste väljaarvamiste järele aastas — esimene 352.682, teine 360.628 miljoni tonni kindelaineid jõesuhu. Anorgaaniliste ainete hulk mida Donau, Rheini ja Elbe jõgi 6000 aasta jooksul merde saadab, vastab kaaluliselt nende jõgede aastase veekogule.

Jõeveele mõned tilgad kloorbaariumi sulangut juure lisades teeme avalikuks temas sulastunud väävelhapud ühendused, põrgukivi sulangu läbi määrame ära kloriidide, seebi sulangu läbi lubja-soolade olemas olu. Lühidalt, me näeme, et vesi mehaanilisel kui keemilisel teel aineid edasi toimetab, ja mis allikas ning oja väiksel määral toimetab, seda teevad suured jõed ja merelained suurel määral. Sademete hulk tervel maakera maisamaa pinnal arvatakse keskmiselt 1 m peale aastas. Umbes kolmandik sellest aurab ära, kaks kolmandikku aga voolavad pinna peal või allika-sorudena maapinna alust mööda mere poole ja viivad kindlaid aineid kaasa. Kaasa viidud kindelainete hulk kasvab aastatuhandate kestel määratu suureks,

on aga üksikutel juhustel mitmesugune, mis oleneb peaaegselt voolu käredusest. Mida suurem veekogu ja selle langemine, seda suurem on kaasa viidava aine hulk.

Pirita jõe jooksu ülespoole edasi jälgides leiame, et käredatel voolu kohtadel põhi kaetud on ümargusepoolsete kivikestega. Mida käredam vool, seda jämedamad on kivid. Kiva uurides leiame, et neist suur hulk aine järele pärit on ligidaselt peakaldalt. Vesi on neid sealt ära tassinud ja jõepõhja ladunud raskuse järele: käredamale voolule on peatama jäänud suuremad, vähem käredale vähemad kivid, veel vaiksematel voolukohtadel leidub ainult kruus ja liiv, kuna kõige peenemad ained, näit. savi, alles jõesuus võib paigale jääda. Kiva aga jaksab vee vool kaunis kergesti veeretada, sest nende erikaal on ainult 2—3 korda vee omast suurem, ja sellepärast pole imeks panna, kui kuuleme, et suurte mägestikkude — näit. Kaukaasia ja Alpi mägestiku jõed kuristikudes voolates veetõusu aegadel isegi majasuurseid kaljurünkaid edasi veeretavad. Veeremisel üks teist vastu õerudes purunevad kivide servad ja nad muutuvad ümargusepoolseteks — nõnda nimetatud veerkivideks. Luubi abil jõe liiva uurides jõuame tihti otsusele, et see käredamate voolukohtadele paigutatud suurematest kividest on lahti õerunud.

Soga-ainetest, mis jõgi merde kannab, ummistub tihti peale jõesuu, kuid vesi murrab kõntsa lasude vahelt omale uusi teid, mille vahesid kõntsa-saarekesed iseloomustavad. Niisugust kolmnurkselt kujunevat jõesuu-ala nimetatakse jõe deltaks\*) (Donau, Niilus jne.). Edasi tungides mere lahes muutub delta tagapool jõe madalikuks, nagu seda näeme Eufrati ja Tiigrise loodud Mesopotaamia ning Poo — Lombardia madalikkude tekkimisest. Viimane esitab Adria mere endist lahte, mis Poo jõgi ja ta harud Alpidest võetud ainega on täitnud. Kui kiirelt Lombardia madalik kasvab, selgub sellest, et tema pinnal asuv Adria linnake veel Kristuse sündimise ajal sadama linnaks Adria kaldal oli, nüüd aga on ta umbes 65 km merest kaugele jäänud.

Kiviainetest, mis sulastunult merde kantakse, tekivad merepõhjas uued kaalus kihid, mille vahele tihti meritaimede ja loomade kehad kivistuvad. Niisuguseid kihte nimetatakse sadetõu kihtideks ja nad võivad pärast mere põhjast mõningate jõudude mõjul päevavalgele tõusta. Eestimaa paekihid on niisugusel viisil sündinud; seda tõendavad nendes peituvad kivistused.

Suurte kivimasside edasi toimetamise läbi sööb jõgi oma sāngi järk järgult sügavamale maa sisse, sae kombel nārides ja õõnestades. Orgusid ja kuristikka sūnnitav vee tegevus nime-

\*) Delta on greekakeelse „d“ tēhe nimi ja ta kujutas kolmnurka (Δ). Venelased lõid sellest oma „Д“ tēhe.

tatakse uhtõonestuseks ehk erosiooniks.\*) Niisugust õonestustööd suurel viisil näeme mägestiku jõgede sängil (Teerek, Darjal — Kaukaasias; Lichtensteini-õonestik Pongaus). Õones-



Kujut. nr. 1. Lichtensteini-õonestik Pongaus.

tiku seintelt langevad murenemise tagajärjel suured kivimürakad ennasthävitavalt alla ja aitavad rusudena edasi veeredes kaljuseinu alt õonestada.

\*) Erodere = närima.

Huvitavat pilti uhtõonestusest pakuvad meile kosed. Iseäranis kuulus on selle poolest Niagaara kosk P.-Ameerikas. Erie ja Ontaario järvede vahelisel, siluuri ladestuste kerge lõuna poolse kallakuga kiltmaal, mis järsu paeseina näol Ontaario järve vastu lõpeb, — langeb Niagaara vesi 55 m kõrguselt alla ja on omale aegade jooksul 80 m sügava ning umbes 12 km pika õonestiku mainitud ladestuse kihtidesse söönud. Ülemised lubjakihid on vastupidavamad, kuid sügavamal asuvad kildkivi-, mergli- ja liivakivi-kihid alluvad kergemalt vee uhtumisele. Selle tagajärjel langevad ka alt õonestatud pae kihid tükkidena alla ning kosk tungib vastu vett Erie järve sihis edasi. Kui meie, nagu tähelepanekud seda näitavad, kose edasi tungimist 65 cm peale aastas hindame, siis on kosk oma õonestustööd juba üle 18.000 aasta jatkanud, et 12 km pikkust kuristikku läbi närida.

Kõige suurepärasemat pilti uhtõonestusest pakuvad Koloraado jõe kanjonid (Kujut. nr. 2 ja 3). Need esitavad võrdlemisi tasasel kiltmaal kuristikude süsteemi, milles pea-jõgi 1800 m sügavuselt mitmesugused sadetõud ja nende põhjas 300 m sügavuselt gneiskihid läbi on söönud.

Iseloomuliselt väljapaistvad uhtõonestuse kujutused esinevad Elbe liivakivi mägestikus. Need Saksi ja Böömi Schweitsi nime all tuntud maa-alad olid alguses kiltmaa kujulised tasan-dikud, kus Elbe oma harudega tertsiäär ajajärguni lõhkumise tööd toimetas, mille tagajärjel maa vareme sarnaste liivakivi rüngaste, sammaste, käikude ja eksiurgaste läbi metsiku ilme omandas (Kujut. nr. 4).

Huvitavalt tegutseb uhtõonestus nõnda nimetatud muld-püramiidide väljaarendusel. Selle läbi, et suuremad kõvakivi lahmakad maa all olevaid savikaid või muid pehmemaid kihtisid kaitsevad, peaseb uhtõonestus ainult väljaspool kivipiire mõjule, mille tagajärjel kaitstud maa sihvakate, kivimütsidega varustatud sammastena seisma jääb. Sarnaselt tekkinud, kuulsad, 30—35 m kõrgused muldpüramiidid leiduvad Botseni juures (Kujut. nr. 5).

Laiemate pind-alade paljastamine pealiskihi ainete maha-koorimise läbi nimetatakse vastandina vagusid tekitava uhtõonestuse ehk erosioonile **masenduseks ehk denudatsiooniks.**\*) Mahakoorigate masendajatena tulevad arvesse vesi ja osalt tuul. Uhtõonestused ja masendus on praeguste mägimaastikkude ilme loojad. Mainitud tegurite mõjul on mägestikud palju omast massist kaotanud ja teravpiirjooned kujud omandanud. Mõned teadlased hindavad Alpide kaotust poole endise massi peale ja järeldavad, et nad kauges tulevikus üsna madalateks kühmudeks nühitakse. Niisugune vaade ei ole üllatav, kui

\*) Nudus = paljas.

arvesse võtame, missuguseid hiigla kiviainete kogusid üksikud jõed Alpide harjadelt alla kannavad. Sellekohased väljaarvamised on kindlaks teinud, et Reuss aastas 150.000 m<sup>3</sup> veerkiva Urmi järve, Rhein 470.000 m<sup>3</sup> Bodeni järve ja Ache 142.000 m<sup>3</sup>



Kujut. nr. 2. Kolorado jõe kanjonid.

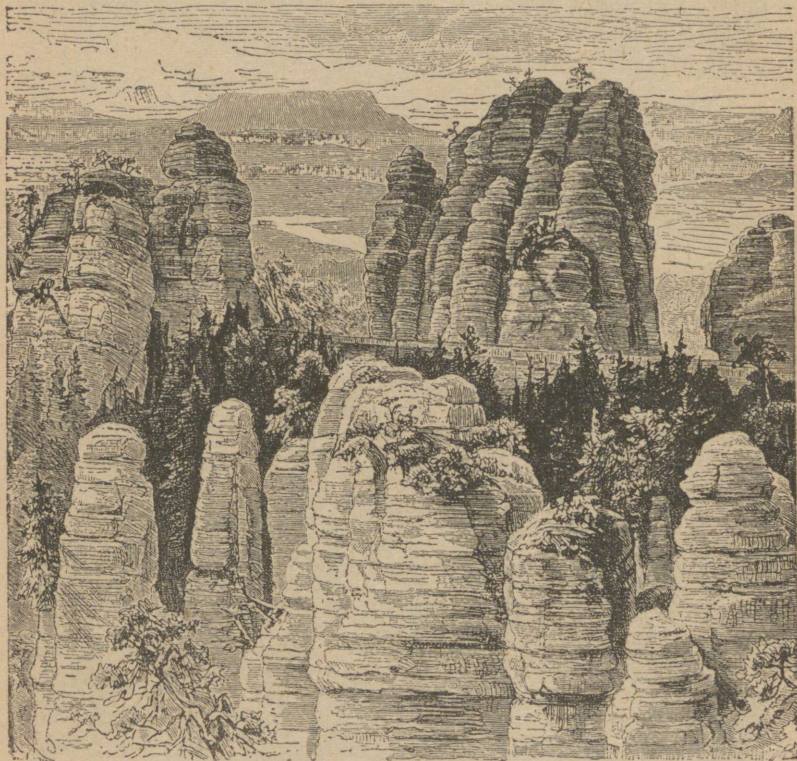
Chiem järve saadab. Üksikud kivitõud alluvad sellele erisuhtes. Basalt ja raudkivi, näituseks, on vastupidavamad lubjaning liiva-kividest. Masendustöö tagajärgi võib tihtipeale



Kujut. nr. 3. Kanjoni kuristik.

ka tasandikkudel ehk lausmaadel leida. Keuperkihid Thü-  
ringi metsa ja Harzi vahel ning Põhja-Saksa pealiskriidi  
kihitud on vesi viinud, ja Lõuna-Eesti laiemad jõgiorud on  
vee uhtud.

Kui mõne jõe, näit. Elbe suus, nähtavalt ei teki deltat,  
siis ei tule arvata, nagu ei kannaks see vesi kindlaid aineid  
merde. 9,5 miljardi kub. meetrit vett, mida Elbe 1877. a.  
Tetschenist mööda mere poole saatis, sisaldas 1.172.000 m<sup>3</sup>  
(1530 milj. kg) kindlaid aineid ja nimelt — 776 milj. kg soga



Kujut. nr. 4. Elbe Liiwakiwi-mägestik (Saksi Schweits).

näol, 754 milj. kg sulastunult. Soga oleks pidanud jõe suus  
deltat sünnitama; kuna aga Elbe jõesuu ümbrus ühtelugu vajub,  
ei kerki see nähtavaks. Sulastunud ainete hulgas, mida Elbe  
kaasas kandis, olid muu seas 66 milj. kg lupja, 49 milj. kg  
magneesiat, 36,5 milj. kg kaalit, 69,6 kg naatroni, 83 milj. kg  
kloriitid, 120 milj. kg väävelhapet ja 95 milj. kg vosvor-  
hapet. Sulastunud ained lagunevad hariliselt mere vees ühe-

tasaselt laiali ja need peaks sadestuma sellel määral, kudas vesi päikse äraaurutamise tagajärjel nende ainete poolest küllastub. Tegelikult sünnib see varem, meriloomade ja loomakeste läbi, kes neid aineid oma kehasse võtavad, sellest enamasti keha pinnale kaitse kestad sünnitavad, mis siis omakord pärast loomade surma mere põhjas uusi kihte sünnitavad. Veest, mis päike meredes ära aurutab, langeb muist vihmana merde tagasi, suur hulk aga kantakse õhu voolu — tuulte läbi jälle mannermaa kohale, kus ta vihmana või lumena alla langeb — kiviaineid mere poole tassima. Võib lihtsalt öelda: nii suured vee kogud, kui terve maailma jõesuude läbi merde saadetakse, voolavad õhu teed jälle maale tagasi.



Kujut. nr. 5. Muldpüramiidid Botseni juures.

Keemiliselt puhas vesi sulastab kiviaineid ainult vähesel määral, suurem sulastusjõud veele tuleb süsihappe, hapniku ja orgaaniliste ainete lisangu läbi.

Kõige kergemalt hävinevad niisuguse vee sees lubjakivi, dolomiit ja gips. Need on seega mäetõud, mis kõige vähem vastu peavad. Pragude läbi maa all edasi tungides õõnistab vesi niisugustes kihtides terved koobaste süsteemid, näituseks Adelsbergi koobas Karsti maakonnas, Muggendorfi ja Gai-

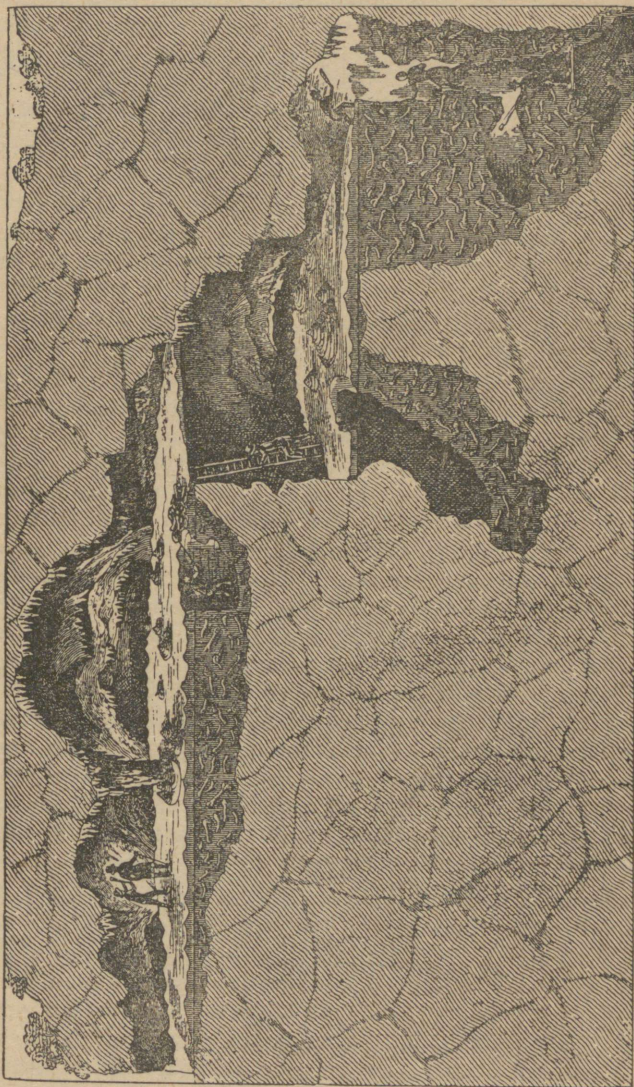
lenreutheri koopad Prantsuse Juuras ning Baumanni koobas Harzis. Lubikoobaste lage, põhja ning seinu ehivad enamasti stalaktiidid ja stalakmiidid, kuna koobaste seinu gipsilademetes gipsi kristallid ilustavad. Gailenreutheri koopa mulla prügis leiti suurel hulgal jääaegsete loomade luid, mida loetakse jääaja inimese toidu jäänusteks. Maaalused veed töötavad koobaste laiendamisel ühtelugu edasi, vahel maaaluseid koski ja järvekesi sünnitades. On koobas õige laiaks õõnistatud, siis langevad mõnikord lae osad oma raskuse surve all, millisest löögist ümberkaudne maa põrub ja oma moodi maavärisemine tekkib. Niisugused kohalise iseloomuga maavärisemised teostuvad näit. Lüneburi kuulsal nõmmel, kus nad põhjenevad soola



Kujut. nr. 6. Teravpiirjooned mägestiku masendus-jäänused.

lasude sulamise peal, — edasi Eisleebeni ümbruses (kuni 60 maavärisemist kuu jooksul, millest müürid tihti pragusid said), Karsti maakonnas ning Uraalide jalal. Viimasel kohal jäeti uuest Samaara-Slatoust raudteest paarsada versta maha ja ehitati kaugelt ümber, sest rongide all langes maa tihti kokku — trehtri sarnaseid avanguid sünnitades. Maastikus juba ees leiduvatest trehteravangutest oleks inseneerid võinud maapinna ehituse iseloomu märgata, kuid see oli neil siis veel teadmata. Järeluurimistel leiti, et gipsi lasude sulamine siin koobaste sünnituse põhjuseks oli.

Üht huvitavamat ja harulisemat koobas-süsteemi sünnitab alles hiljuti ülesleitud Donau kadumine maa alla Immendingeni juures. Osa maapealsest Donau veest kaob maaalusesse jõkke.



Kujut. nr. 7. Gailenreutheri koopa läbilõige.

Vee värvimise ja soolade lisamise läbi tehti kindlaks, et Donau kaduma läinud vesi 12,5 km eemal 170 m sügavamal Aach-allikana ilmsiks tuleb, mis vee Rheini jõkke saadab.

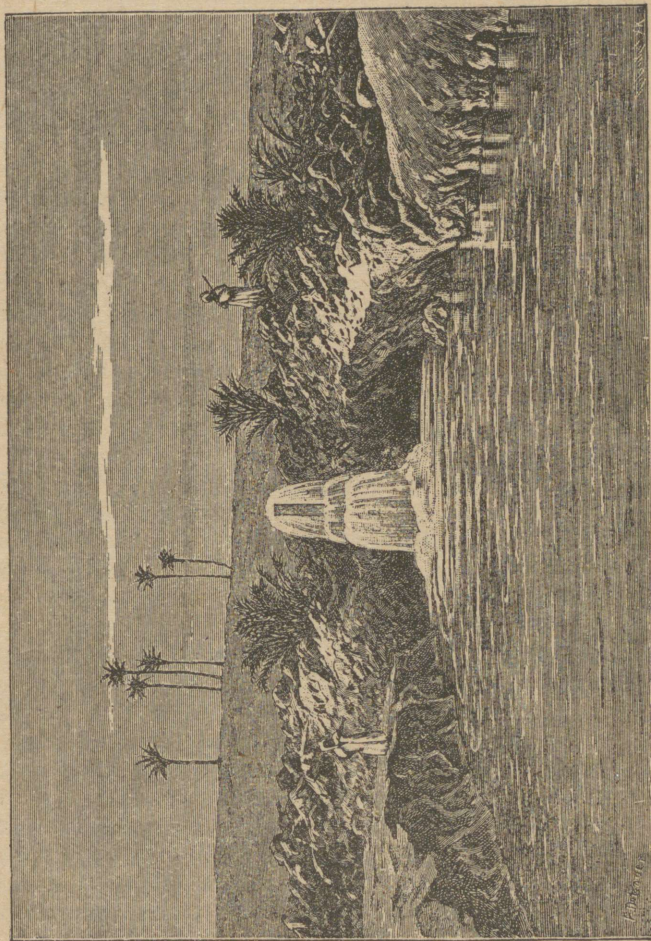
Donau vesi tarvitab selleks teekonnaks 4 päeva. Praegu seisab ta säng mainitud kohal 77 päeva aastas kuiv, ja kui vastuabinõusid ei leita, kaob mõne saja või tuhande aasta jooksul terve Ülem-Donau Rheini jõkke.

Meil Eestis on hulk maaaluseid jõgesid, kuid nende maaalused osad on peaaegu täiesti avamata. Nimetada oleks Jõe-  
lehtme oja, mis enne Jägala jõkke langemist umbes kolm kilomeetrit maa all voolab. Edasi on maaaluste jõgedena tuntud Kuivajõgi Kose kihelkonnas ja mõned Kasari jõe harud. Aruküla koopad Tartu ligidal on arvatavasti endiste maaaluste jõgede sünnitus.

Kuivõrd vesi jaksab sulastada mineraale, mida harilikult loetakse sulastumatute hulka, näitavad nõndanimetatud pseudomorfoosid ehk valekristallid, mis on sünnitatud pruun-rauakivi ainst rani kristallvormide järele, või jälle ränist sulapao vormide järele. Vesi võib edasi ka kiviaineid muuta ilma aine vahetuseta tungides nendesse; nii muutub punane rauakivi (rauaksüüd) pruuniks rauakiviks (rauaksüüdhüdraadiks), anhüdriit gipsiks jne. Hapnikurikas vesi, näit., muudab magneet-rauakivi punaseks rauakiviks, rauaksüüduuli rauaksüüdiks; väävelmetallid muutuvad vitrioolideks — rauapüriit raua-, vasepüriit vasevitriooliks; kuidas rauapüriidist Saimonovi orus pruun-rauakivi ja väävlilademed tekivad oleme „Mineraloogia käsiraamatus“ õppinud. Süsihapperikkad veed lahundavad mitmesuguseid silikaate (põllupagusid) ränihapet vabastades ja karbonaate sünnitades. Orgaaniliste ainete kõdunemis-kohtadelt läbi-imbujad veed rikastuvad süsivesinikkude poolest. Juhtuvad niisugused veed rauaksüüdiga kokku, siis võtavad nad viimaselt hapnikku et süsihapet tekitada, mille juures rauaksüüd (punane rauakivi) rauaksüüduuliks redutseeritakse. Süsihape ja rauaksüüduul annavad süsihapu rauaksüüduuli ja sellest sünnib õhu käes rauaksüüduulhüdraat ehk soo-rauakivi. Kuidas väävelhapu metallsool väävelmetalliks redutseerub, sellest pilti pakub tinaläike ja tsinkläike tekkimine. Nii näeme, et vee keemilist tegevust geoloogilise tegurina tuleb hinnata üsna kõrgelt.

Maapõuesse imbuu vihmavesi tungib järk järgult sügavamale kunni ta jõuab kihtideni, mis vett läbi ei lase. Niisugused kihid on harilikult savi, peenike tihe liiv, pragunemata paelubi (Põhja-Eestis) või raudkivi (Soomes) ja mitmed teised mäetõud. Siin jääb vesi peatama teataval kõrgusel ja sünnitab nõndanimetatud põhiveepinna, millesse kaevud peavad ulatama, et vett anda. Põhivesi ei jää aga paigale seisma, vaid hakkab läbilaskmatu kihi kalduvuse sihis maa all pikkamisi edasi tungima, kunni ta mõnel mäenõlvakul, kus läbilaskmatu kiht päevavalgele astub, allikatena välja keeb. Omal teel võib vesi niisugusel lool võrdlemisi pinna ligiduses püsida, isegi taime juur-

tele kätte saadaval sügavusel; ta värvib põllumulla ka põuasel ajal kohati tumedamaks. Niisuguste põhivete peal asuvate — madal-allikate temperatuur on vahelduv ilmade järele; nad voolavad vihmasel ajal rikkamalt ja kuivavad suurtel põudadel tihti üsna ära. Teine lugu on sügav-allikatega: vihm ega



Kujut. nr. 8. Arteesia kaev Aldshiiris.

põud ei muuda nende veerohkust ja nende temperatuur on kindel (mõõtkes kodumaa allikate temperatuuri korrapäraliste vahe-  
aegade järele). Sügav-allikate juhusel tungib põhivesi tihti kahe läbilaskmatu kihi vahel sügavamale väljavoolu avangust, ja kuna imbuv vesi muld-ainete sulastamise teel omale maaalus-  
sed soon-torud valmistab, siis langeb ja tõuseb vesi nendes

nagu U torudes, millel üks haru lühem: — pikemast valgub vett järele, kuna see lühemast välja keeb. Juhtub maastik U toru harude vahel madalam olevat kui toru otstel, siis võib pealmist läbilaskmatut kihti läbipuurides niisugusel maakohal sünnitada *arteesia*\*) ehk *purtskaevusid*. Arteesia kaevude abil on prantslased kõrbelise iseloomuga Aldshiiri Põhja-Aafrika rannikul, kus ennem tuiskliivad valitsesid, lühikese ajaga õitsevaks palmide aiaks muutnud.

Et allika vesi tihti ülipikka maaalust teed on tulnud, siis on ta enamasti rikas sulastunud mineraalainete poolest (aurutage võrdseid veekogusid kodumaa allikate vetest ja uurige jäänusi). Mineraalainete poolest üirikkad allikad nimetatakse *mineraalveteks* ja neid tarvitatakse tihti arstlisteks otstarbeteks *tervisevette* nime all. Nende temperatuur on suurest sügavusest tulles mõnikord üsna kõrge ja nad sisaldavad suurel määral süsihappu gaasi, mille mõjul ka teised ained nendes sulastusid. Teistest ainetest mineraalvee allikates oleks nimetada kloor-, broom-, jood-, raud- ja väävel-ühendused. Väljavoolul süsihappest vabanedes sadestab vesi tihti ka muud aineid suuremal hulgal allika põhja. Mineraalveeallikad Laachi järve ümbruses Eifelis\*\*) sadestavad nii rohkelt raudühendusi, et nendest sellekohaste väljaarvamiste järele 1000 a. jooksul mitme □ km laiune ja  $\frac{1}{4}$  m paksune kiht tekib.

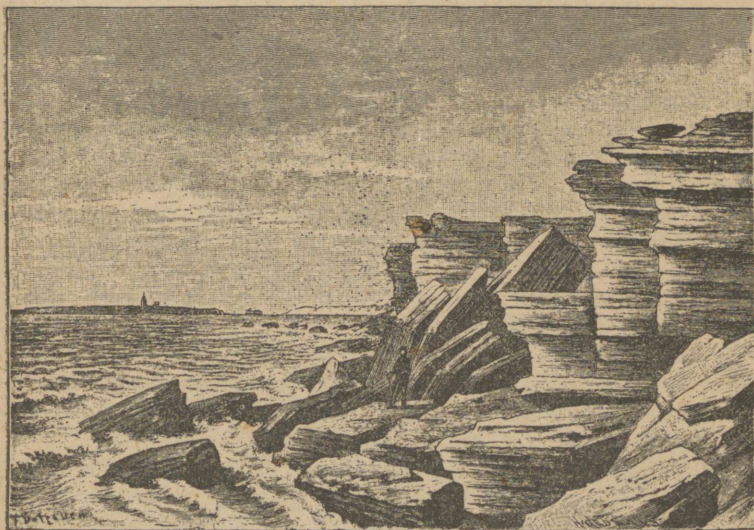
Maaaluste vete arvele tuleb lõppeks panna ka võrdlemisi haruldane *mägede edasi libisemise nähtus*. On mäeküngas rajatud kallaklisele savialusele, siis võib sissetungiva vee läbi savi pind nii libedaks minna, et mäel mõttesse tuleb vastlaliugu katsuda. Niisugused katastroofilised libisemised on uuel ajal ettetulnud Volga keskjooksu ümbruses ning Alpides, ja nende läbi hävines hulk külasid ning linnakesi, kus juures surma saanute elanikkude arv mitme saja peale tõusis.

Jõuab vesi merde, siis ei lõpe veelgi ta geoloogiline tegevus. Tuulest liikuma pandud, toimetavad merelained mahalõhkumist, edasikandmist ja ülesehitamist. Järsud kaldad kaalus või maa poole kalduvate kihtidega lõhutakse maha, kuna vesi neid alt õõnestab, kunni üleval etteulatajad laeosad oma raskusest kivimürakatena alla langevad. Neid alla langenud kivi pakkusid virutavad tormi lained pommidena vastu kallast, mille juures pommide kui kalda aine uuesti puruneb. Meil on lainte õõnestused iseäranis huvitavad Muhu saare põhja tipul Üügo-panga juures, mille koobastes karjad ja meremehed varju otsivad. Purunemise materjaliga täidetakse sügavamad meriosad mitme kilomeetri kauguseni nii, et harva

\*) Nimetus tuleb Artois maakonnast Prantsusmaal, kus niisugused purtskaevud Euroopas kõige esiteks avati.

\*\*) Rheini ja Moseli ühinemise piirkond.

leidub üsna järsult sügavaks langevaid mereranna osasid. Madalatel merekallastel, kus kihid mere poole kalduvad, teostub tihti ümberpööratud nähtus. Lained viskavad merepõhjust liiva välja, laialdasi luitelisi rannamaid tekitades, kus luidete taga laiad madalmere osad püsivad, mille vesiliiv mõnikord nii lendav on, et jalgupidi sisse sattunud loom või inimene enam välja ei pääse, vaid liivasse mõne tunni jooksul uppub. Läänemere rand Läti maast Daani maani esitab sarnast maastikku; harilik luiteline rand aga algab juba Pärnust lõuna poole. Ranna purustamine lainte läbi ei edene muidugi mitte ühetasaselt, vaid edeneb rohkem pehmema loomuga kihtide kohalt,



Kujut. nr. 9. Lainte purustustöö Gotlandi saare rannal.

kuna kõvemad osad neemedena merde ulatuvad. Nii näeme, et merevee geoloogiline tegevus muudab mereranna kääruliseks — neemesid ja lahesid sünnitades.

Vesi ei tegutse geoloogilise tegurina mitte ainult vedelal kujul vaid vähemalt sama suur on ta tegevus lume ja jää näol.

### Vee geoloogiline tegevus kindlas olekus.

Kui lumi sajab, siis on ta elbed sulgõrnadest lumeraitsakestest koos, ja värske lumi on sellepärast kobe — pehme, millega lapsed armastavad mängida — lumesõda pidada, pallisid veeretada ja lumememmi ehitada. Kui külm pärast-

poole edasi kestab, mis ei lase lumel sulada, muutub see päikese kiirte tegevusel mõne nädala jooksul karedaks **sõmerlumeks**, nagu seda väljal hangedes näeme. See lumi on palju tihedam ja raskem, sest ta koostub õieti pisikestest jääsõmerakestest.

Kõrges õhuvallas valitseb külm, nagu lendurid seda teatavad. Sellepärast ei sula kõrgete mägede otsas sajav lumi seal ka suvekuudel ära, vaid muutub päikesekiirte mõjul sõmerlumeks, mida mägestiku elanikud **firniks** nimetavad. Seda firni kogub lumeladvalistes mägedes lasu lasu peale, kus juures alumised kihid suure surve alla jäävad ülemiste kihtide poolt. Selle surve läbi muljutakse alumiste kordade sõmerlume jääterakesed kõik kokku ainsaks, suureks sinakalt läbipaistvaks jäälasuks. Nüüd aga võiks mõni mõtelda, et mäed ühtelugu juurde kasvava jää läbi kõrgemaks tõusevad ja viimaks omad lumised ninad taevasse pistavad, — aga ei! — jää hakkab, kui teda juba mõne saja meetri paksused lasud on tekinud, — pikkamööda mäekülge mööda alla venima. Ta venib nagu suur hunnik pehmet potisepa savi kallakul laual, ehk ta küll meie teades klaasisarnane rabe aine on. Ta venib nagu kingsepa pigi, mis ka rabe on ja maha visates tükkideks puruneb.

Et jää paenduvust ja muljutavust ära näidata, võib seebiga kange moodi sirget jääviilukat üht otsa pidi külmas kohas laua külge kinnitada nii, et teine ots kaalsihil õhus seisab. Mõne päeva järele märkame, et ta on kõveraks vinnatud oma raskuse läbi; iseäranis ruttu ja jõudsasti sünnib see, kui vaba otsa peale mingisugune raskus või pomm pandi. —

Teine huvitav katse jääga pannakse järgmiselt toime. Kahe laua ehk pingi vahekojal toetatakse jääkang mõlematest otsast. Keskelt pannakse ta ümber peenike traatvõru, mille külge allpool kangi pomm riputatakse. Pommi tõmbest vajub nüüd kang esiteks keskelt looka, teiseks aga lõikab traat sügavamale ja sügavamale jää sisse, kunni ta lõppeks kangist on läbiläinud ja ühes pommiga põrandale kolksatab. Siin juures ei ole aga jääkang sugugi pooleks lõigatud, vaid sel määral, kuda traat allapoole lõikas, kasvas jääkang pealt poolt jälle ühte. See katse näitab peale paenduvuse ka jää kergelt ühinemist üheks tükiks.

Nii siis on see täiesti mõistetav, et jää mäekülgi mööda alla peab liuglema. Niisuguseid liuglevaid jääväljasid mägestikkudes nimetatakse **jääliugustikkudeks** ehk **gletsheriteks**. Jääliugustik nihkub kalduvuse järele keskmiselt 15—35 cm võrra päevas edasi, harva rohkem,\*) kuid ta käib omal alla-

\*) Kõige kiiremalt nihkub edasi Alpides Vernagtlugustik, nimelt 12 m päevas.



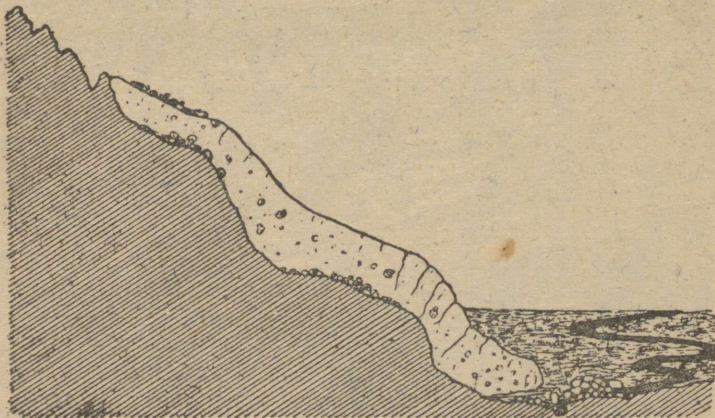


**Ideaalne jäälingustik.**

*a)* keskmorään *b)* külgmorään, *c)* liugustiku ots, *d)* liugustiku värv, *e)* ojasoru, *f)* järv, *g)* gletscherlaud.

libisemisel peajasalikult nendesamade seaduste järele, mis voolav vesigi, — ta otsib madalamaid kohti. Sellel põhjusel on ka nende kuju pikkamööda voolava jääjõe taoline. Juhtub mõnikord ka seda, et kaks ehk enam jõge ühte voolavad. (Vaata tahv. I.)

Niisugused jääjõed murravad omal kaljusängil ettetulevad kiviühmud maha ja viivad neid enesega kaasa. Seda teevad ju ka harilikud jõed, et nad oma kaldaid ja põhja lõhuvad. — Pingutab end jääliugustik mõnest kaljulõhestikust läbi, siis lõhub külm kalju seintelt kivimürakaid ja külvab neid alt mööda voolava jää pinnale. Kõike seda viib jääliugustik edasi. Juhtub mõni jääliugustik üle järsuma serva enam püsti allapoole pöörama, siis tekivad pealispinnale mitmesaja meetri sügavused **praod**, kuhu sisse sagedasti pinnale paisatud kivid kukuvad, kunni alt poolt kitsamaks minev pragu takistab kivi edasi-



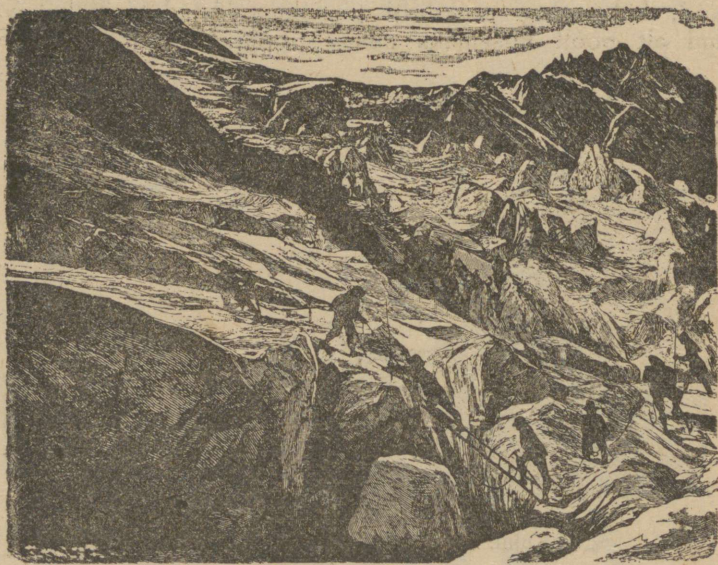
Kujut. nr. 10. Jääliugustik läbilõikes.

kukkumist. Need praod on mägestiku rändajatele väga kardetavad, sest nad on tihti pealt lumega kaetud ja silmale seega peidetud. Kord kadus tuntud uurija niisugusel mägestikurändamisel jäljetult, kunni mitmekümne aasta pärast jääjõgi ta jäanused orgu tõi. — Pöörab jääjõgi sängi loodsihi muutusel jälle enam kaalsihti, siis pigistatakse praod hiigla jõu surve all kinni, kusjuures vahel olevad kivid jää sisse pressitakse nagu rosinad taignasse.

Kõik, mis jää omal teel enesega kaasa on võtnud — kivi- mürakad, peenike prügi, liiv ja savi, seda jahvatab ta teel põhja kui ka kaldaid vastu õerudes veel peenemaks ja viib alla oru poole. On tähelepanud, et liugustiku põhijää vastu maapinda peenema muldosade ja kivi-keste segu jääga esitab.

Niisugune jää sööb ja treib mõnes keerlemise kohas, näit. kahe liugustiku ühinemisel, ümmargusi katlasarnaseid aukusi oma sāngi põhja, mis „jääpottide“ nime all tihti endiste liugustikkude kohtadel tähelpanu äratavad.

Jõuab jää nii sooja piiridesse, et ära sulab, siis laob ta jämedama, kui ka peene prügi enamasti jääliugustiku otsa juure hunnikutesse, mida siis **ajurühadeks** ehk **moräänideks** nimetatakse. Tehakse vahet otsa-, kalda- ja põhimoräänide vahel. Veskimägi ja Roka-al-mare\*) on endised põhimoräänid. Liugustiku lõputeeosal ilmuvad ta pinnal huvitavad sünnitused, mis gletscherlaudade (Tahvel I. g) nime all tuntud. Need on kivilahmakad, mis lõpulikult liugustiku pinnale jäid, kunni



Kujut. nr. 11. Huviteekondlased jääliugustikul.

jää ümberringi sulama löi ja lahmakas oma all oleva, sulamise eest kaitstud jää osa otsa nagu samba peale püsima jäi. Sulamisest tekkiv vesi sünnitab liugustiku pinnal palju vaokesi, tungib praokeste läbi liugustiku põhja ja voolab lõpuks liugustiku serva alusest koopasarnasest avangust — nõndanimetatud liugustiku väravast välja. Liugustiku sulamise veest võtavad alguse suuremad mägestikkudest tulevad jõed. Nii algab kuulus Rheini jõgi St. Gothardi, — Rhone jõgi Montblanki — ja Kubaan Elbruse liugustikkudest.

\*) Suvituskohad Tallinna juures.

Jõuab jäaliugustik külmal del nabamaadel orgu, kus jää ei sulagi, siis lükkavad tagant tulejad lasud orus lamavaid ka kaalus edasi — isegi üle küngaste, — kunni nad otsaga merde jõuavad. Meres kerkivad jäämürakad veepinnale ja sünnitavad nõndanimetatud **jäämägesid**, mis merejõgede läbi ka soojematesse meredesse kantakse. Siin võivad nad laevasõidule väga kardetavaks saada, nagu aurik Titaaniku hukkaminek seda näitas. Kivid, mida jäämäed kaasa toonud, langevad viimase sulamisel siia — sinna merepõhja.



Kujut. nr. 12. Jäämäed Põhja-Jäämeres.

Jäämägede kõrgus ulatab tihti üle 100 m. Kuna aga ujuval jäel kunni 9 kümnendikku ta kõrgusest on vee all, siis järgneb sellest, et need mürakad üldiselt üle 1 km paksuna võivad ette tulla. On niisugune jäämägi vees sulamise tõttu oma tasakaalu keskkoha muutnud, siis hakkab ta veerema ja sellest tekkinud veekeerd kisub laevad põhja, rääkimata üleannetust luusijast,

kes julges ta pinnale ronida ja kelle keharaskus võib olla veere-  
mise algatajaks sai. Juhtuvad laevad polaarmeredes jäämägede  
vahele, siis lasevad nad enne vahelesõitu mõne suurtükipaugu,  
millest „need mäed“ veerema hakkavad, kus sarnane moment  
ligi oli.

Külmadel maadel, näituseks Põhja-Gröönimaal on terve  
maapind — ühegi vaheta — jää all. Mõnikord löövad jää-  
katte all vangis olevad veed pragude vahelt purtskaevude näol  
ülesse. Niisugust jääd nimetatakse **mannermaa jääks**. See  
ruttab ka ühtelugu mere poole, — Gröönimaal mõnes kohas  
isegi haruldaselt kiirelt, — kuni 70 cm tunnis.



Kujut. nr. 13. Mannermaajää Gröönimaal.

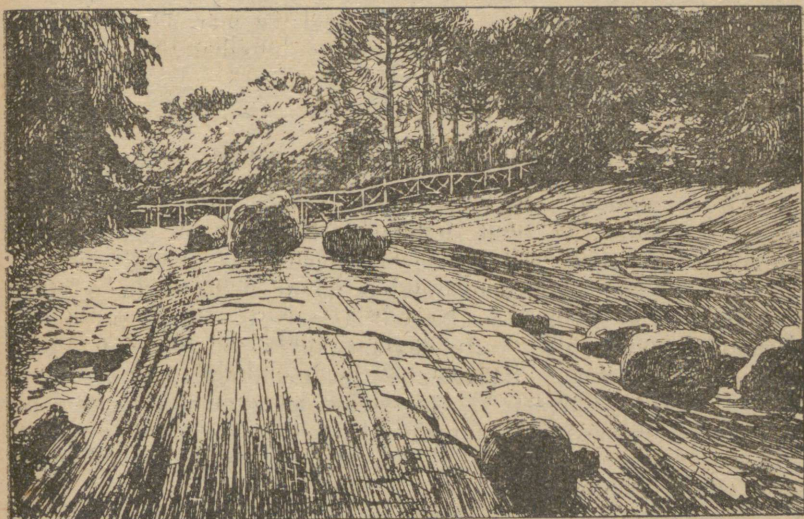
Niisuguse mannermaa jää all arvatakse omal ajal maetud  
olnud ka Põhja-Euroopa ühes meie maadega. Jääkriimustused  
on mõnes kohas Virumaal praegu pae pinnal tunda ja näita-  
vad sihigi ära, kudas jää on liikunud. See jää on Soomest ja  
Rootsist tulnud ning on kaasa toonud sealt kõik raudkivi  
rahnud, liiva ja saviprügi, mis meie maad katab. Lõuna-Eestil  
on **künklise morääni maastiku** ilme, sest tema künkad on  
endised moräänid, millistes isegi Põhja-Eestist kaasa viidud  
paelubja rähka pesade kaupa leidub. — Orud küngaste vahel,

kus sagedasti mitmekümne meetri sügavused järved\*) reas seisavad, on hiigla jää-saha künatud. Jääsaha kriimustusi võib mitmel pool Saksamaal, Rootsi ja Soome raudkivi rahnudel leida.

Missugustel põhjustel meil seekord jää valitsess, sellest aegloolises osas pikemalt.

Kui suurel määral liugustikud mägiainet mägestikkudest välja toovad, seda näitavad meile kujukalt Alpide liugustikud, millistest mõned päevas eritavad kunni 300.000 kg porist rähka.

On arusaadav, et liugustikud talvel kaugemale ette ulatavad, kui suvel, kuid tuleb ka ajutisi suuremaid edasitungimisi ja tagasitõmbusi ette, mis nähtavasti mitte maakoha keskmisest



Kujut. nr. 14. Jääkriimud Luzerni gletscheraias.

aasta temperatuurist ei olene. Nende nähtuste põhjus on arvatavasti sademete rohkus, mis teatavasti päikese plekkide 11 aastalise perioodiga on seotud. Sademeriikastel aastatel ulatavad liugustikud kaugemale, kuna nad kuivaastate perioodil tublisti taganevad. Sõjaeelsetel aastatel pandi Alpides tähele gletscherite tagasiminekut mõnes kohas mitme saja m võrra.

Kudas niisugune mahajäetud liugustiku säng (Vernagtgletscher) välja näeb, selle kohta toob keegi asjatundja järgmise kirjelduse:

\*) Näkijärv Rôuges — meie maa kõigesügavama järvena 41 meetrit.

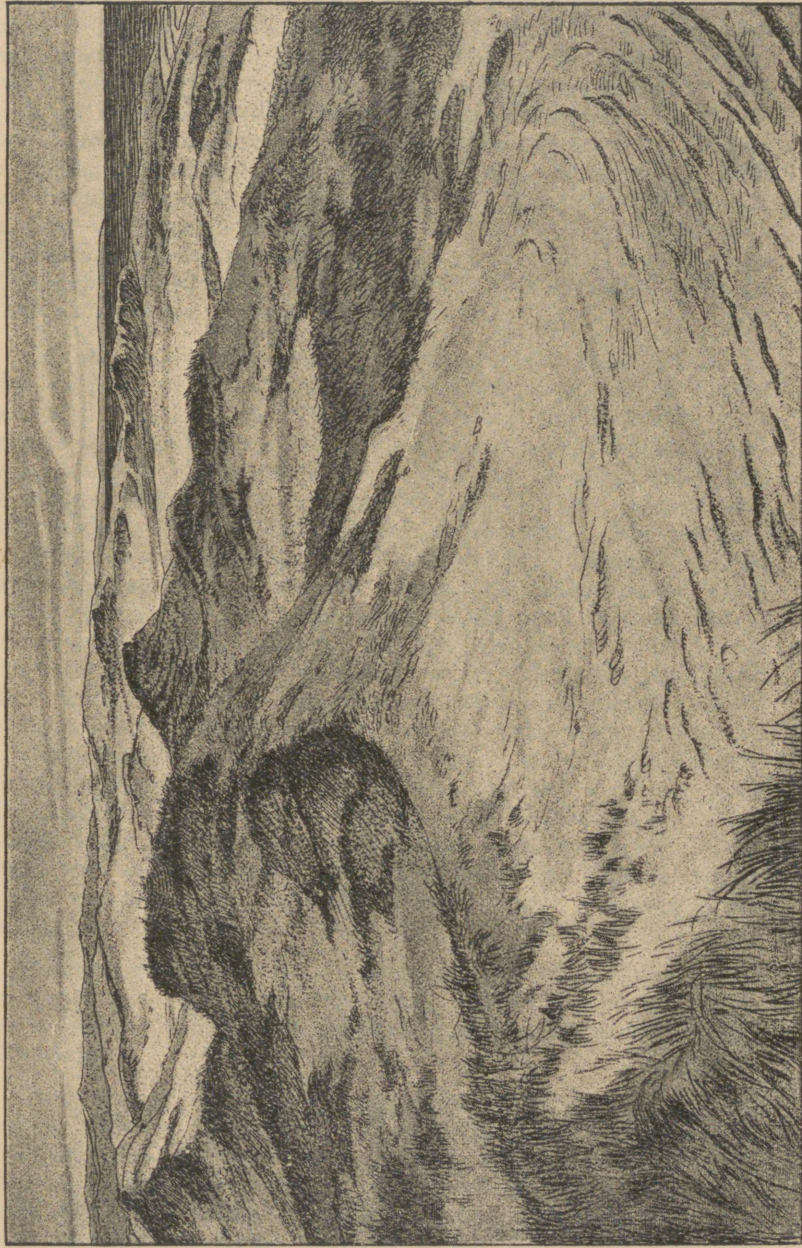
Üle 2 km lai, kaljurahnudega ülekülitud õudselts metsik rudes väli. Püsiva vihma puhul tekib tardunud maastikku tondilik liikumine. „Muurid“ — pori ja prügivoolud — väänlevad hiigla madude moodi järsult kallakute prügiühikute külgedel. Lahtipeasenud rahnud veerevad oru poole, ja püsti allalangevate seinte kohalt vuhisevad nad läbi õhu alla — mürtsudes allolevaid kivivaresid ja ennast purustades. Kevadise lumelangu algul pole siin jalatäit pinda, mille üle veermed — laiviinid ei pühiks, ja vähem vesi ise, kui veega kaasa kistud kiviprügi ja kaljurusud toimetavad hävitustööd. Inni ülemjooksul Riedi juures kandsid muurid ühe aasta jooksul 320.000 m<sup>3</sup> prügi alla orgu.

Umbes 1000 kub. penikoormat vett aurutab päike aastas ära, ja see langeb sademete näol jälle alla. Kus meie ka selle vee teekonda jälgime, — kas maa peal või maa all, kas kindlas või vedelas olekus, ikka teeb ta geoloogilist tööd mägede masenduse ja merede täitmise näol.

## Tuule geoloogiline tegevus.

Vee geoloogilise tegevuse kõrval omab tähtsust — olgugi vähemal määral, ka tuule tegevus. Kõige pealt esineb tuul tolmusarnaste muldosakeste edasikandjana. Nii kandis tuul a. 79 p. Kr. Vesuvi vulkaanilist tuhka kunni Süüriasse ja Egiptuse maale, 512 a. Triipolise, Kalaabria ja Kesk-Alpide piirkonda. Krakotau purskamise korral lagunes tuhk laiali üle 800.000 □ km suuruse pinna. Samasugust laialikandmist toimetab tuul kõrbe liivaga. Niihästi vanematel kui ka uuematel aegadel on Saksamaal täheldatud tolmusadu, mille osakesed kindlasti Sahaara kõrbest pärit olid, — nii siis vähemalt oma 3000 km olid eemale viidud.

Juba eelmises peatükis tähendati, et madalatel merikallastel lained liiva väljaviskavad, millest luited ehk düünid tekivad (v. tahv. II). Nad tekivad niisama, nagu lumehanged talvel. Niipea, kui liiv mererannal on kuivaks saanud, veeretavad mere tuuled liiva tuiskama ja see ei jää enne peatama, kui mõni põõsas ehk aed teda ei takista. Niisuguse takistuse matab liiv täiesti kinni, siis aga hakkab luide edasi rändama, mille juures ta isegi kõrgemaks võib kasvada. Edasi liigub ta sellel põhjusel, et tuul, mis enamjagu aastat lahtise mere poolt puhub, ühest küljest liivateri võtab ja neid üle luite harja teisele poole viib, kus nad luite tuulealusel küljel jälle maha langevad. Muidugi mõista tulevad luite edasirändamisel puude ja põesaste kuivanud raod jälle valgele. Tallinnast lõunapool, Ülemiste järve kallastel ja Nõmme ümbruses leiduvad liivad on luited, mis tekkisid, kui Läänemere lained veel



Luitemaastik Seelandi saarel.



neil kõrgustel mängisid. Ühes raudtee-liivaaugus nägin seal just liivaseinas veel hiljuti mitu tugevat mäna tüve, — jäänused endisest metsast, mis luide oma alla matnud. Saksa ja Läti-maa rannas tõusevad lited kunni 200 m kõrgeks ja niisugused lited matsid möödaläinud aastasajal Kuntseni küla ühes kirikuga liiva alla, mille varemed pärastpoole, luide edasi rändamise tõttu jälle päevavalgele tulid. Et lited edasi ei rändaks ja viljakaid põldusid oma alla ei mataks, istutavad ja külivad inimesed nende külgedele taimi, mis liivas võivad kasvada ja oma juurtega selle kinni hoiavad, et ta ei saaks lennata. Esimesel kohal selle poolest on luitekaer ehk liiva rukis (*Ammophila arenaria*), helehall laialeheline kõrstaim, mida ka Tallinna ümbruse endistel luidetel leidub.

Lited tekivad ka suurtes liivakõrbetes. Need rändavad tihti kõrbest välja ja matavad mõnikord isegi terved linnad oma alla. Kesk-Aasia kõrbetes on leitud hiiglamüüride näol linnade ja templite varemed, milliste õitsemise aja üle ükski ajaraamat midagi ei tea jutustada. Kõrbe liiv ise tekib selle läbi, et järsust temperatuuri vahetusest kaljud, mille ridasid seal tihti leidub, peenikeseks liivaks murenevad. Temperatuuri vahelduse purustav mõju pole mitte väike. Sahaara kõrbes, näituseks, lagunevad raudkivi kaljud otse silma nähes sellel mõjul. Kuna kõrvetav päike päeval kivid pealt tuliseks kütab, peavad nad pinnalt paisuma. Et aga soojus nii ruttu ei saa sisemiste osadesse tungida, ei taha need välimistele paisumisel järele anda; — praod on selle pingutuse tagajärjed. Öösel teostub ümberpöördud nähtus. Kivid, mis vastu õhtut ka juba seestpoolt on hakanud soojenema ja selle mõjul paisusid, jahtuvad pärast päikese loojaminekut tähtise — pilveta taeva all külmetamise kraadini. Selle tagajärjel tõmbavad pind-osad kokku, kuid nüüd takistavad sisemised — soojad osad. Uued praod on selle tagajärg. Ka liiv ise võib kaljude purustamist edustada, kui ta tuule tõukel nende külgede vastu lendab.

Niisuguseid liivalennu läbi söödud kalju osasid leidub kõrbes ka ja nad on kergesti tuntavad, sest nende pind on kaetud iseäraliste tahuliste kühmukestega, nõndanimetatud **tuul-sarvedega**.

Temperatuuri vaheldusest purunevad ka kaljud Kesk-Aasia osas — Tübetis. Kuna see maa ümbritsetud on kõrgetest kaljudest, siis ei pease seal tuuled möllama. Murenemine läheb aga lõpuks nii kaugele, et kivimassid kõige peenemaks püüli sarnaseks tolmuks muutuvad, mis peaaegu iseenesest lendu tõuseb. Niisuguse ülipeene tolmu tõttu, mis õhust ise läbi imbib, esineb Tübeti taevast enamasti alati kollakas häma-

ruses, mille foonil päike ilma heleda kiirgamiseta nagu suitsu vingus punase rattana edasi veereb. Lõppude lõpuks kerkib see tolmu nii kõrgele, et ta üle mägede harjade käivate tuulte kätte ulatab. Need viivad Tübetist selle tolmu ida poole —



Kujut. nr. 15. Sissekäik lössi seinasse raiutud eluruumi.

Neeva jõgi on hakkanud Riia lahte voolama. — Lössilademeid tekib ka mujal ilmas sarnastel tingimistel: nii Great nõgus Põhja-Ameerikas ja Persias.

Hiinamaale, kus ta kerge vihma sademete mõjul maha lüüakse. Hiina mägestikkude ida-veerul on sellest protsessist tõusnud määratu laialdased üle 100 m paksud peenmulla lademed, mida lössiks hüütakse (v. tahv. III). Sealt kannavad teda Hiina jõed mere poole, selle lähedid lössiga täites. Terve Hiina madalik on lössi läbi täidetud endine merekoht ja Hiina jõgede vesi on lössist enamasti kollane. Kollane jõgi ja Kollane meri on sellest omad nimedgi saanud. Küllap viimane lõpeks ka lössiga täitub ja Hiina madaliku laienduseks läheb. Kevadiste vete ajal on terve madalik vee all ja pärast vee langemist ilmub tihti, et jõgi on omale uue süngi õõnestanud. Nii teatati kord Kollasest jõest, et ta uuel kohalt on hakanud merde voolama, mille juures uus süng vanast niikaugele lahku läks, nagu siis juhtuks, kui teade ilmuks, et



Lössmaastik Hiinas.



## Organismide geoloogiline mõju.

Et taimed ja loomad maakera pinna ümbermoodustustel tähtsaks teguriks võivad olla, selgub paljuist tähelpanekuist. Taimed, iseäranis samblikud, mis kividel ja kaljudel kasvavad aitavad vee kinnihoiu ja süsihappe sünnituse läbi kaasa nende murenemisele; puud ja põõsad mõjuvad oma juurtega kalju-pragudesse tungides kiilusarnaselt, mille läbi tihti suured kivimürakad ülestõstetakse. Üsna pisikesed loomakesed — vihmaussid ja nende vaenlane mutt töötavad muldasegavalt. Esimestest on juba Ch. Darwin väljaarvanud, et nad augukeste kaevamisel mulda enese eest sisse neeldes ja seda maapinnale välja heites 10 aasta jooksul jaksavad terve maakera maisamaa pinnale 2 tolli paksust korda tekitada. Kui meie mõnikord aias, kinnisõtkutud teeraal üheainsa öö jooksul ülesaetud vorstikeste sarnaselt kägaras hunnikukesi vaatleme, mis vihmausside töö, siis jõuame otsusele, et Darwin asja tõesti pole kõrgelt hinnanud. Kuna vihmaussid ainult peenemaid muldosasid omale sisse jaksavad neelda, siis mõjub nende tegevus ka sorteerivalt. Musta kamarpinna alusosas, milleni vihmausside mõjupiir ulatab, leiame hariliselt koondatud kõik kivikesed, ernetera suurused ja suuremad, kuna ka suurte, murule lamama jäetud kivide teatud piirini mullasse vajumine selle läbi teostub, et vihmaussid mulla kivi alt välja toovad.

Surnud taime- ja loomakehad jäävad tihti nii maal kui meres tekkivate kihtide vahele, neid paksemaks tehes ja uute ainete poolest rikastades. Kuna nende kehad kõdunevad, toob vesi järeljäänud muljetesse tihti mineraalaineid, mis siis pärast kivistustena endisest elust tunnistust toovad. Tihti aga tekivad taime- ja loomakehade lasudest terved kihid, nii kivisöelasud endistel ja turbalasad praegustel aegadel. Turbalasusid võiks pidada kivisöesünnituse kõige nooremaks astmeks. Ränivetikate (diatomeede) ja radiolaaride ränikestakestest tekivad merepõhjas kihid üle 100 m paksuse (Lüneburi nõmm, Berliini ümbrus, Kalifornia ja m. m.).

Iseäralist tähelpanu äratav pisikeste koralliloomakeste tegevus. Need, suuremal hulgal umbes 1 mm läbimõõdulised öösloomad, suuavangu ümber asuvate püünisharukestega, elutsevad 20—25° C soojas meredes; nad kasvavad oma alusega veealuste kivide ja kaljude külge kinni, ja pungasarnaselt emalooma küljest võrsudes tekitavad nad koloniid, mis terved kaljud kinni matavad. Alumised kehaosad higistavad neil kehapiinnale lubiainese kesta ja kui vanemad loomakesed surevad, jätkab arenev noorsugu vanade kestade alusel uusi ehitusi. Nii tõuseb merepõhjust tihti põõsaste moodi harunev korallilubja ehituste rüngas kunni vee pinnani. Iseenesest kobedapoolne korallirüngas saab laevasõidule kardetavaks, sest ta jääb veepinna

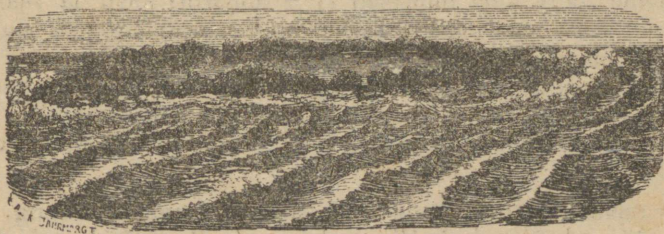
all laevameestele nägematuks. Korallirünkad, 1000 m paksused, pole haruldased ja mõned omavad üle 2000 kilomeetrilise pikkuse (Barrierriff Austraalia idarannal).



Kujut. nr. 16. Korallsünnitused. Elukad asusid augukestes. All suurendused.

Ehk küll koralliloomakesed oma ehitusi veepinnast kõrgemale ei ehita, leidub iseäranis Vaikse Okeani ekvatoriaalsetes osades korallsaari (300 ümber), mis oma harjadega kunni 5 m

üle hariliste meretõusude lainest välja ulatavad, palmide ja teiste taimedega on täiskasvanud ja inimeste poolt eluasemeteks on valitud. Nad sünnitavad hariliselt mitmest kohast katkestatud rõngaid veepinnal, ja katkestuskohtadelt läbi sõites leiavad laevad rõnga keskel tormisel ajal varjulist sadamakohta. Rõngakujuline ehitus tekib, kui koralliloomakesed oma ehitusi rajavad laiema veealuse rahnu ümber. Valli kõrgemale kerkimise puhul saavad rõnga seespoolsed osad vähem toitu ja kängunevad, kuna loomakesed valli väliskülgedel lahtise mere poolt tuleva rikkaliku toidu mõjul hästi arenevad. Et saarte harjad veest välja ulatavad, sellest järeldavad teadlased, et merepõhi pärasitist on kerkinud, — mikspärast, loeti siisaadik seletamatuks\*).



Kujut. nr. 17. Korallisaar (Kolmainuse saar).

Laialdased osad ookeanide põhjast kaetakse foraminifeeride ja globigeriinide kestadega. Nad sünnitavad nõndanimetatud globigeriinmuda, mis kunni 40% süsihapu lubjast koostub ja uute sadetõugude sünnitusest osa võtab (võrdle lhk. 9).

Kokkuvõttes leiame, et vee, tuule ja elusa looduse tegevus peaaesjalikult esineb maakera pinna tasandamises, luitesünnitused on ainukesed pinna kõrgemaks muutmise nähtused, kuid need on tähtsuseta (kunni 200 m kõrged). Kui need tegurid ainsad oleks, mis maakera pinna moodustusest osavõtavad, siis peaks mäed maakera pinnalt kadunud olema nagu algul juba oletatud; et seda sündinud pole, siis peame otsusele tulema, et nad uuesti tekivad. Sellest aga tärkab küsimus kuidas sünnivad mäed? Missugused jõud võtavad nende tõstmisest osa? Oleme eelmiselt ainult möödaminnes tähendanud, et merelained kord Lasnamäel on mänginud, see mägi järgnevalt kõrgemale on kerkinud. —

Et nende küsimustele täit vastust leida, tuleb meil katsuda enne pilku heita maakera sisemise ehituse peale.

\*) Võrdle Neumayr, „Erdgeschichte“ venekeelne väljaanne I a. lhk. 449.

## Maakera suurus ja raskus.

Maakera übermõõt on 40.000 km. Põhjened ju terve meetermõõdu süsteem maakera übermõõdu peal (Pariisi meridiaani veerandik = 10.000.000 m). Sellest järgneb, et ta läbimõõt peab olema 12.738 km ehk 1720 geogr. penikoormat. Viimastest arvust hindame ta mahu 2.659.000.000 täring penikopeale, — see tähendab, kui selle suure kartuli lõikame penikoorm-täringiteks, siis saame neid enam kui  $2^{1/2}$  miljardi.

Kui suur on õige üks täringpenikoorm? Noh, teatavasti kast, mis 7 versta pikk, 7 lai ja 7 kõrge. Võtame enam kui 7 versta pikkuse redeli (Eifeli torn Pariisis =  $1/3$  versta), ronime kasti servale ja vaatame sisse. Oi! küll mahuks sinna palju! Käsitame terve ilma inimesed ( $1^{1/2}$  miljardi) kasti ja vaatame; — ainult kasti sopis nagu sipelga pesa. Saadame kõik maailma elusad loomad kasti; — põhi lööb juba kirjuks. Viskame kõik maailma inimeste kätetöö: linnad, külad, vabrikud, raudteerongid, laevad jne. kasti; — põhja peal on juba kaunike kord. Lisame veel kasti kõik taimed ja metsad; — ei veel pooltki kasti!

Teatavasti valitseb aine osakeste vahel **raskuse tung**, s. o. nad püüavad üksteisele ligemale asuda (kas tõmbe või lükke mõjul, on veel kindlakstegemata). Selle tungi tagajärjel langevad kõik ülesvisjatud asjad maa raskuse keskpunkti sihis maa poole tagasi. Õieti kujuneb asi nii, et viskejõu mõjust põrub maakera ühele, asi teisele poole, kukkumise juures aga langevad mõlemad üksteisele vastu. Liikumise kauguse vahekord oleneb laiali põrkavate või kokku lendavate kehade massi vahekorra. Ühesuuruse massiga kehad lendavad samal ajal ühevõrra maad, väiksem keha aga lendab nii mitu kord rohkem maad, kui mitu kord ta mass teise omast on väiksem. Hüppab inimene maakera pinnalt ülesse, siis põrutab ta viimast oma jalgadega vastandsihis eemale. Sellejuures liiguks maakera nii mitu kord vähem kohalt, kui mitu kord inimese mass väiksem on maakera massist. Ütleme, et inimene oleks täringpenikoormaline massi mürakas maakeraga samasest tihedusest, ja ta tahaks maakerast eemale põrgates viimast ühe millimeetri võrra tagasi põrutada, siis peaks ta ise 2659 km kõrgusele hüppama; alla langedes liiguks maakera talle ainult ühe millimeetri võrra vastu. Inimene aga on tõepoolest nii väike, et 10.000 inimest kokku täringpenikoormalisest maakera lõigust niisamapalju kord vähem massi esitavad, nagu see tervest maakerast. Sellest järgneb, et inimene pisikesel, ainult täringpenikoormalisel maa-massi tihedusest taevakehal 2659 km eemale hüpates jaksaks esimest eemale põrutada kõigest  $1/10000$  mm mida isegi kõige tugevama mikroskoobi abil võimata oleks mõõta; maakera jak-

saks inimene samakõrge hüppega eemale põrutada ainult  $\frac{1}{26.590.000.000.000}$  mm ja tubli meetrikõrguse hüppega veel 2.659.000 korda vähem, see oleks  $\frac{1}{70.702.310.000.000.000}$  mm.

Terve maakera, mille suurusest me eelmiste võrdluste läbi natuke aimu oleme saanud, on koguni kaalutudki. Küll oli kaalumiseega tegemist, aga mõtlev inimesevaim sai sellega toime. Märgati nimelt, et suured mäed kisivad ligiduses nõõri otsas rippuvat pommi loodjoonest vähekesese kõrvale. Katsuti sellepärast mõne lihtsama ehitusega mäe mass võimalikult täpselt ära määrata ja võeti hindamisele, kuivõrd see teatava kauguse peal loodi omast sihist eksitab. Tõsine loodjoone siht määrati matemaatiliselt kinnistähete seisu järele. Eksitamise tugevusest arvati välja maakera mass. Üks esimestest mägedest, mille massi kaudu maakera mass ära määrati, oli Arthur Seat mägi Inglismaal. Teadusemees James (l. Dsheems) hindas selle 1885. a. erikaalu arvuna veega võrreldes 5,3 peale. Pärastpoole leiti parem meetod hindamiseks. Pandi tähele, et mõni raske asi, näit. tinamürakas, kiikuva kellapendli kohale peale poole asetatud viimase käiku pika aja jooksul mõne võngu võrra vähendas, allapoole asetatud aga rohkendas. Sellest mõjust hinnati väga täpselt maakera erikaal, esimesel juhtumisel 5,59, teisel (Sterneck) — 5,57 ja kolmandal (Harknes) 5,58 peale.

See, võrdlemisi suur maakera erikaal tuleb ülitähtsaks andmeks lugeda. Kui arvesse võtame, et maakera pinna kiviatmete harilik erikaal umbes 2,7 ümber kõigub, siis järgneb sellest, et maakera sisemus peab koostuma rasketest ainetest — metallidest — raud, nikkel, vask, tina, hõbe, kuld jne..

## Maakera oma temperatuur.

Maakera pinnal valitseb temperatuur, nagu see päikese soojendusjõust oleneb — arvesse võttes, kas ta kiired loodis või viltu maapinnale langevad. Sellest järgneb, et see temperatuur on samal kohal eriline ööpäeva vahetusel ja aasta aegade mõjul, on eriline edasi isesugustel maakera pinna punktidel. Teine lugu aga on, kui meie maakera pinna alla tungime sügavate kaevanduste kaudu. Juba mõned meetrid allapoole pinda märkame, et välise ilma temperatuuri muutused enam nii järsult kaasa ei mõju kui üleval. See mõjumise vahe läheb sügavamale kaevades järkjärgult vähemaks ja kaob lõppeks täiesti: ööl kui päeval, suvel kui talvel valitseb seal ühesugune, nimelt, kohalise kliima keskmine aasta temperatuur. See piirkond asub ekvatoriaalsetal maadel pinna ligemal, polaarsetel, sügavamal; — meil Eestis umbes 20—30 m sügavusel. Tean Lõuna-Eestis 20 m sügavust küla kaevu, mille kohta elanikud pajata-

vad, et nende kaevu vesi üsna imelik olla, — suvel nimelt külm, kuid talvel soe. Muidugi mõista oli seal tegemist võrdlemisi ühetasaselt umbes  $6^{\circ}\text{C}$  sooja veega, kuid suvel tundub niisugune vesi külmana, talvel soojana.

Tungiti kättesaadud temperatuuri tasakaalu piirkonnast sügavamale maakera kooriku sisse, siis märgati peaaegu erandit temperatuuri kasvamist. Küll ei olnud see kasvamine igalpool samamõõduline, kuid põhjus leiti peituvat maa kihainete mitmesuguses soojuse juhtivuses; ka oli soojuse kasvamise progress mõnel juhusel sama koha peal muutlik, kuid siis leiti, et mõni kaevanduse ligidusest läbiminev kuumavee allikasoon segajaks oli.

Sügavus, mille läbikaevamisel kusagil temperatuur  $1^{\circ}\text{C}$  võrra kasvab, nimetatakse selle koha **geotermiliseks sammuks**. Viimase ajani tuntud mitmesuguste maakohtade geotermiliste sammude kokkuvõttest saadi üldine **geotermiline keskmine**, mis siitsaadik 33 m peale on ära määratud.

Kui arvesse võtame, et iga 33 m sügavamasse tungimisel maakera koorikusse temperatuur  $1^{\circ}\text{C}$  võrra kasvab, siis järgneb sellest, et  $100 \times 33$  m sügavusel keemise temperatuur ja  $1000 \times 33$  m, s. o. 33 km sügavusel  $1000^{\circ}\text{C}$  kuumus peab valitsema.  $1500^{\circ}$  juures on enamasti kõik tuntud kindelkehad tuli-sulas olekus; nii siis — umbes 50 km sügavusel esitab terve maakera mass tuli vedelat **maagmaks** nimetatud kogu. Tulepurskavate mägede avangust välja suruv vedel kiviaine — laava — näib seda tõsi-asja kinnitavat.

Tõmbaksime nüüd omale muinasjutulised 10 km saapad jalga ja hakkaksime sammudega maakera koorika paksust möötma, siis leiaksime selle olevat parajasti 5 sammu. Nüüd aga peaksime umbes 1263 sammu tegema, et tulisulast osast läbi jõuda. Kahepoolse kooriku kogupaksus oleks 100 km ja niisuguseid osasid saaks maakera vedela osa läbimõõdust 126 tükki. Kas aga kanamuna vedel osa annaks 126 kahekordskoore paksuse välja? — Vaevalt, sest siis peaks ta üle 10 cm läbi möötma. Nii näeme, et maakera kaetud on võrdlemisi õhema koorega, kui kana muna. —

Kuda moodi on see võimalik, et maakera on seest tuline, kuid pinnalt võrdlemisi jahedapoolne? — See on lihtsalt jahtumise tagajärg. Kuum pudruvaagen jahtub pinnalt ruttu, seest hoidub ta kauemini soe, kunni lõpuks läbi ja läbi külmaks läheb. — Sellest järgneb aga, et maakera ka praegu võiks jahtuda, s. o., et ta oma soojusest ka praegu ühtelugu muist välja annab.

See on enam kui kindel, et see nii sünnib. Arvatavasti ei jaksakski päike üksi maakera niivõrd soojendada, et elu nõnda laialdaselt ta pinnal mõnaks, kui maakera sisemusest

lisa ei tuleks. Seda võib isegi mõnel juhusel üsna selgesti märgata. Kesk-talvel külmetab meil maapind tihti kaunis sügavalt, keskmiselt nii umbes 5 jala sügavuseni ära. Hauda-kaevajad surnuaial teavad sellest lugusid jutustada. Kui nüüd oletada, et ainult päike külmetand korra kevadel hävitab, siis ei võiks ta seda arusaadavalt enne teha, kui pinnalt kõik lumi ja jää on kadunud, alles siis peaseks ta maad sulatama. Tegelikult aga leitakse, et maapind, mis jaanuaris 5 j. sügavuselt oli ära külmetanud, märtsis märksa vähem on külmetanud, ja vaevalt on lumi lahkund, kui ka maa läbi ja läbi sulana esineb. Selle külmand pinnä enneaegse sulamise põhjus võib ainult seestpoolt tulev soojus olla.

Kui sisemine soojus pinnale jõuab, siis ei jää ta senna mitte peatama, vaid lendab nägemata kiirte näol maakeralt minema. Päeva ajal ei ole seda hariliselt märgata, sest päike annab soojust rohkem asemele, kui seda ilmaruumi välja kiirgab, aga öösi on lugu teine. Nii suvel kui talvel, teame, jahtub pilvita lahtise taeva juures maa märksa rohkem, kui pilves ilma juhusel. See on seletatav kiirgamise läbi, mis ainult lahtise taeva juures vabalt teostub.

Kõigest sellest võime järeldada, et maakera täielik jahtumine ja elu lõpp ta pinnal külma läbi ainult on aja küsimus. Überpöördult eeldatakse, et maakera varem kuumem oli, — nii kuum, et ta täiesti läbi ja läbi tulisulas olekus esines, millisest seisukorrast ta jahtumise tagajärjel meieaegse seisukorrani on jõudnud. Teadusemehed astuvad aga sammu kaugemale ja eeldavad, et maakera aine kord isegi kõige õredama gaasi olekus on olnud, millisena ta ülisuurt ruumi täitnud, nii et ta päikese ja teiste planeetidega, mis sellel ajal kõik sarnases olekus olnud, — ühe ainsa udukogu sünnitanud, kust pärast päikese süsteem on välja arenenud. Päike ise kõige oma pere — planeetidega — jahtub ning kustub lõpuks täitsa. Kudamoodi see sündis ja sünnib, selle üle arvamisi toovad nõndanimetatud kosmoonilised teooriad.

### Kudamoodi meie päikese süsteem arenes.

Ülikõrge temperatuuri käes muutuvad tõesti kõik ained lõppude-lõpuks aurudeks, kui mitte koguni mõneks kõrgemaks esinemise vormiks (kiirgav olek, ürgaine jne.). Suuremat hulka metallisid on korda läinud kunstliselt auruolekusse viia ja teiste üleviimine oleneb ainult veel kõrgemate temperatuuride saavutusest (elektri ahjudes üle 3000<sup>o</sup> kuuma). Kuivõrd ained gaasi tihendis rohkem ruumi nõuavad kui vedelas olekus, näitab ilusasti juba vee auruks muutmine. Harilise (760 mm) rõhu juures saadakse ühest liitrist veest 1700 liitrit veeauru. Selle maht

suureneb iga järgneva graadi tõusuga kindlas vahekorras, millega juba „Mineraloogia“ keemia csas tutvunesime. Et meil tõesti õigus on arvamist avaldada, mille järele päikese süsteem kord udukoguna esines, selle jaoks andmeid pakub meile kõigepealt täheteadus. Täheteadlased on ilmaruumis ka praegu udukogusid märganud. Et märgatud kogud tõesti udu olekus on, selle üle kindlust ei paku piksilmad, sest kõigeparemate teleskoopide läbi vaadatud paistavad ülikauged tihedamad kinnistähekogud uduna — nii, nagu meile palja silmaga vaadates linnutee paistab, mis piksilмага vaadates teatavasti üksikuteks



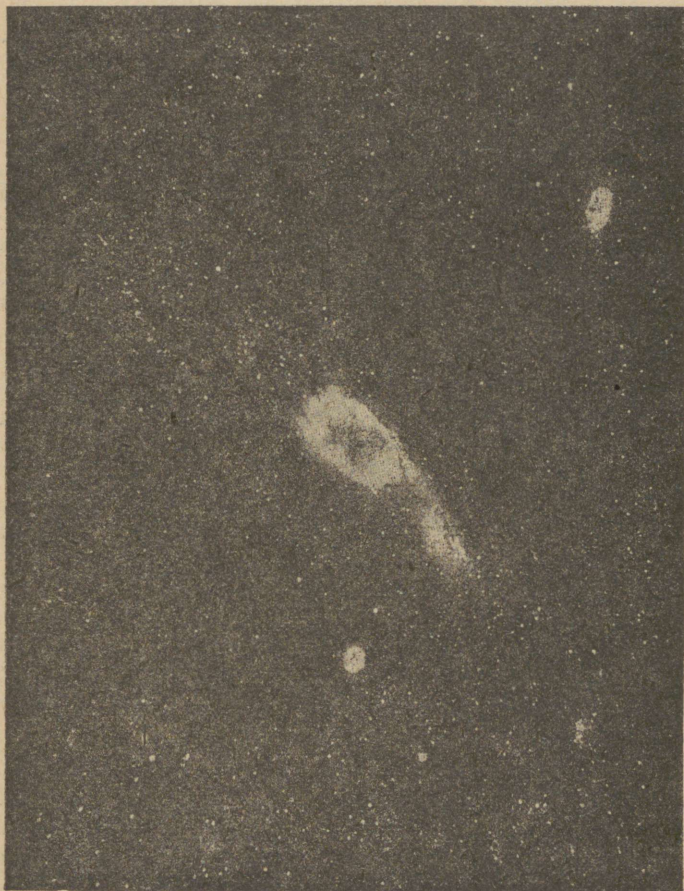
Kujut. nr. 18. Spiraaludu „Jahi Koerte“ tähekkogus.  
Yerkes tähttorni ülesvõtte 3. VI. 1902. 1 mm = 13,2 kaarsekundit.

kinnistähtedeks hargneb. Kindla otsuse selle üle teeb spektraalanalüüs: gaasiolekus elendava aine spektrumi triibud on nii lahkuminevad teiste olekute triipudest, et teadlastel sellejuures kahevahelolekut ei tõuse.

„Tuntud udukogudel taeva laotuses on tihti kettamoodi pind tihedamate rõngaskohtade või spiraal-aaridega. Mõnikord paistavad niisugused udukogud sirge triibu moodi tihedama kesk-kohaga. Niisugusel puhul oletavad täheteadlased, et ta siiski

spiraalselt või rõngasarnaselt tohiks korraldatud olla, mis serviti seisukoha tagajärjel meile ainult triibuna paistab. Korraldatust udugogudest arvavad teadlased, et need omal arenemisel veel pole edenenud korraldatud astmeni.

Kust tekivad udugogud, kui endised udud päikese süsteemideks muutuvad, edasi aga jahtuvad ja kustuvad? Aja



Kujut. nr. 19. Suur udu „Andromeda“ tähekoos.  
Yerkes tähttorni ülesvõte 18. IX. 1901. 1 mm = 54,6 kaarsekundit.

otsatuses, mis meie eel on läinud, peaks juba kõik arenemised, mis üldse ajaga on seotud, oma lõpuni olema jõudnud. — Tähe-  
teadlased vastavad selle peale, et uued udugogud tekivad kus-  
tunud päikeste kokkupõrkest ilma ruumis, mille juures löögist

niipalju soojust sigineb, et kõik mass jälle elendava uduna laiali paisatakse. Tähepanekud kinnitavad pealegi niisugust arvamist, sest on taevaruumis märgatud järsku särama löönuid tähti kohtadel, kus enne kõige pisematki tähte ei nähtud. Iga aasta märgatakse uuemal ajal uusi tähti. Taeva-laotuse päevapildistused on selles tõsiasjas kõik kahtlused kõrvaldanud. Neid tähtede ülesleegitsemisi peetakse eelpool tähendatud kokkupõrkamise katastroofide nähtuseks. Uuemates kosmogoonilistes kirjatöödes võib igaüks, kes huvitatud on laiemaid seletusi leida uute tähtede ilmumiste kohta.\*)



Kujut. nr. 20. Rõngasudu „Lüüra“ tähekosmos.  
Yrikes tähttorni ülesvõte.

Antud vastusega ei ole aga veel kõik selge. Teatavasti tekib löögi mõjul soojust nõnda, et otse-teelise liikumise energia soojuseks muutub, kuna otseliikumine ise kustub. Energia kestvuse seadus, nimelt, ei luba energia lõpulikku kadumist ega enesest sündimist ei millestki: energia tuleb ikka ja alati kusagilt ja läheb kuhugile. — Kui eelmiste seletuste põhjal kaalume, et päikese

süsteemid oma soojuste energia ilmaruumi kiirgavad, uut energiat aga kustunud päikese lennust saavad, lennu energia aga selle läbi ise kustub, siis peab ometi kord kõigele lõpp tulema, kui ka kõik lennu jõud on kiirtena ilmaruumi paisatud.

Et kiirgav soojust teiste taevakehade läbi võiks kinnipüütud saada, see oletus paistab esimesel vaatlemisel põhjendamatu. Mõõtmised\*\*) on nimelt selgeks teinud, et päike ainult  $\frac{1}{30.000.000}$  sellest energiast teiste taevakehade poolt tagasi saab, mis ta ise igapäev välja saadab;  $\frac{29.999.999}{30.000.000}$  jääb tagasi tulemata. Isegi Helmholtz, energia kestvuse seaduse põhjendaja, ei leidnud sellekohta vastavat seletust. Tema väljaarvamiste põhjal olla praegusel päikesel niipalju soojust tagavaraks, et sama tuge-

\*) Haruldaset hele esimese suuruse uus täht ilmus ööl 21/22 weebr. 1901 a. „Perseuse“ tähekosmos, jäi pärastpoole tumedamaks, kunni lõpuks üsna väikse tähena edasi paistma jäi.

\*\*) Newcomb-Engelmann, „Populäre Astronomia“, leh. 470.

valt kiirgades ta 15 milj. aasta pärast\*)  $\frac{1}{3}$  omast energiast on kaotanud. Kiirte eneste kohta tähendas ta: „Nad lendavad otsatu ilmaruumisse; kas nad sealt kuidagi ehk tagasi pööravad, on teadmata.“

Päikese kiirte tagasi keeramise võimalusele on autori poolt seletus jaatavas mõttes toodud juba 12 a. eest (võrdle autori teos: „Куда теряются свѣтотворныя лучи?“) järgmistel alustel.

Kuigi praegusel olukorral päike oma igapäevase energia kaotuse vastu asemele saab ainult  $\frac{1}{30.000.000}$ , siis muutub asi selle poolest, kui päikese mass nii laiali seisaks, et tal 30 milj. korda rohkem pinda oleks; niisugusel lool võtaks ta ilmaruumist niipalju kiiri vastu, kui palju ta praegu välja saadab. Kui me aga eelpool toodud oletust põhjendatuks peame, mille järele päikese süsteemi mass korra kunni viimse planeedi Neptuunuse teeni ulatas, siis annab kuul selle raadiuse üle isegi 60 milj. korda rohkem pinda, kui seda praegusel päikesel on. Nii näeme, et päikese mass kord isegi nii laialdase mahu all püsis, kus ta pind 2 kord niipalju energiat vastu võttis, kui palju ta tänapäev välja saadab. Kui selle juures arvesse võtame, et päikese aine uduolekus ise ülivähe energiat võis välja saata (teatavasti elendavad ained gaasi olekus — ka taevaotuses udukogud — üli nõrgalt), siis kaob tõepoolest kahtlus, et kõik nõnda on sündinud.

Meil tuleks seega ilmaruum ettekujutada ainega nii tihedalt täidetult, et üksikud kohad igalt poolt piiratud on aine osakeste läbi. Nii satuvad kiired, mis ühest kehast tulevad, teiste kehasse, ja — energia saatuse küsimus ilmaruumis oleks lahendatud. Et terve taevaotus niisugusel lool ühetasaselt ei kiirga, nagu ümbritsev udugi vaatlejale kaugemal ühetasaselt hall paistab, — pole käesoleval juhul vasturääkiv. Mittekiirgavad kohad on kaetud kauguses üli nõrgalt elendavate udukogudega ja kustunud taevakehadega.

Päike on planeetidega võrreldes ülisuur keha. Ta läbimõõt saadakse, kui 109 maakera nagu helmed ritta laotakse. Jupiter on kõige suurem planeet; tal on 317,7 kord niipalju massi, kui maakeral. Kinnistähed aga on päikesed, millistest mitmed 1000 korda suuremad on meie päikesest. Pisikeste tähtena paistavad nad meile ainult ülisuure kauguse pärast, mis neid meitest lahutab. Kinnistähtede kaugust mõõdetakse valguse aastatega. Valguse aastaks nimetatakse kaugust, mille läbilennuks valguse kiirel üks aasta ära kulub. Valguse kiirus on teatavasti 300.000 km sekundis. Valguse aastaks loetakse toodud andmete põhjal 1.280.000.000.000 geogr. penikoormat.

\*) Kuulus Rootsi teadusemees Svante Arrhenius hindab päikese energia tagavara uute, raadioaktiivsuses juurduvate vaadete põhjal nii suureks, et ta samase jõuga veel 1000 milj. aastat võiks kiirgada.

Kõige ligem kinnistäht meile on täht  $\alpha$  „Centauruse“ tähtkonnas. Ta parallaks on  $\frac{3}{4}$  kaarsekundi, — sellest aga hinnatakse ta kaugust 4 valguse aasta peale. Linnutee tähed on meist keskmiselt 500 valguse aastat kaugel. Inimene, kes sealt otstarbekohase piksilмага maakera vaatleks, näeks neid juhtumisi, mis teostusid 500 aasta eest maakera pinnal. Teatavast ilmaruumi vallast maailma vaadeldes võiks praegu näha, kuidas Kristuse sündimisega tõepoolest lugu oli. Praeguse aja kõige tugevamad teleskoobid jaksavad ilmaruumis kinnistähti selgitada, mis kunni 20.000 valguseaasta kaugusel asuvad. Kinnistähed liiguvad ilmaruumis keskmiselt 42 km kiirusega sekundis. Taevakehade tihedust ilmaruumis teatava astmele asetades hindavad mõned teadusemehed aine teekonda ühest kokkupõrke-katastroofist teiseni 9396 trilj. valguse aasta peale. See oleks siis keskmine seinte kaugus, mille vahel ilmaruumis pimedast peast otseteed ühel või teisel sihil rännates kord võid nina pörutada.

Nüüd võiksime vaatlemisele asuda, kuda kujuneks kokkupõrkest tekkinud udukogu saatus, et temast päikese süsteem võiks areneda.

Kokkupõrkel võiks paremal juhusel kohe tekkida korrapärane udukogu, mis ainult ühes sihis ringi käib, kui kehad natuke riivates üksteise pihta trehvaks. Ka kustunud peast, seest veel üsna tulisulas olekus olles, purustaks nad vastamisi oma kooriku, ja vildakast löögist hullupöörase kiirusega üksteise ümber keerates loobiks nad oma aine spiraalsetes sorudes laiali (v. k. nr. 18). Juhtumistel aga, kus korratult löögist korratult voogav udukogu tekiks, sööks vastandliikumised vastamisi üksteist, kunni ainult kõige suurema jõuline vool ühise keerlemisena järele jääks. Sarnaselt võime saepuruga segatud vett vaagnas mitmes sihis segades purude liikumisest märgata, et lõpuks ometi saabub ühesihiline ringliikumine vaagnas. Kuna vabalt heljujad ainekogud vedelas või gaasiolekus osakeste vastastikuse lignemisetungi mõjul ikka kuulisarnaselt püüavad koonnuda, siis ei võigi udukogud teisiti areneda, kui et nad edaspidi keerlemisel tekkivast keskaande (tsentrifugaal) tungist lamendatud kuuli sünnitavad

Mis keerleva kuuliga edaspidi sünnib, on omal ajal teadusemees Laplace huvitava katse läbi püüdnud selgitada. Ta asetaski mingi õlikogu (võib olla terpentiin) piirituse ja vee segu sisse, mille erikaal võetud õli erikaalule võrdus. Kuna piiritus õlidest kergem, vesi aga raskem on, siis võib piiritust veega segades igale õlile erikaaluliselt vastavat vahend-segu saada. Õlikogu ei lange niisuguses segus põhja, ega kerki pinnale, vaid koostub vedeliku keskele vabalt heljuva ümmarguse kuulina. Laplace pistis niisugusest õlikuulist ettevaatlikult metallvõlli läbi,

mida võis nõu põhja ning nõu avause kohale — keskele kinnitatud laagritele asetada. Nüüd pani ta võlli rattakeste abil keerlema, see vedas õlikuuli vee-piirituse segus ka ringi käima, ja ta nägi sealjuures, kuda õlikuul kärmemaks muutuva keerlemise juures ikka rohkem ja rohkem lamendus. Keerlemist natuke tasandades koostusid sisepoolsed õliosad jälle enam kuulisarnaseks, kuna välimised õliosad keerlemist kaastegevast vee-piirituse segust kistud, endise kiirusega edasi keerlesid ja sellepärast koomale ei saanud tõmmata. Rõngasarnase õliosa eraldumine keskmise õlikogu vöökohalt oli selle tagajärg. Nüüd uuesti võlli kiiremale käigule sundides ja pärast käiku tasandades sai Laplace keskmise kuuli ümber veel teise rõnga. Esimene rõngas oli aga vahepeal seguaine kiiremat keerlemist kaasatehes laiemaks veninud, selle läbi ühelisi peenemaks läinud, kunni lõppeks katkes. Katkenud õlirõngas keris ennast pisikeseks kerakeseks kokku, mis kerimisest ise oma telje ümber keerlemise hoo sai ja nii enese telje ümber keereldes vahend-segu voolust kaasakistud ümber keskmise õlikera ringi liikus. Ettevaatlikult edasi toimetades sai järgmisest rõngast ka peakera ümber keereldes liikuv kuulike ja õnnelikul juhusel võis neid rohkemgi tekitada.

Igäuks märkab, et see keerlevate kerakeste süsteem üsna päikese süsteemi sarnane on. Laplace järeldas tingimata, et päikese süsteemi tekkimisel sarnased faasid võisid olla kui tema õlikuuli katselgi teostusid. Päikese ümber keerlejad planeedid sünnitasid omale samamoodi kaaslasid — kuusid. Saturni ümbritsevad praegugi paar rõngast, ja see asjaolu näib Laplace oletusi kinnitavat. Paarkümmend aastat enne Laplace'i oli juba kuulus mõtteteadlane Kant sarnase seletusega esinenud. Sellepärast kannabki eelmiselt toodud seletus Kant-Laplace'i hüpoteesi\*) nime.

Kuna ilmaruumis kaasakiskuv ja ühes keerlev vahend puudub, siis tuleb rõngaste tekkimist siin teisiti oletada. Maakera on praegusest keerlemisest tekkiva keskaande jõu mõjul nabadest lamendatud  $\frac{1}{300}$  läbimõõdu võrra. Jupiteri lamendus mõõdab  $\frac{1}{15}$  läbimõõdust. Keskaande jõu teine tagajärg on, et asjad nabade pool rohkem, ekvaatori pool aga vähem kaaluvad. Kasvaks maakera keerlemine, siis võiks lugu niikaugale minna, et asjade kaal ekvaatoril nulli peale alaneks. Niisugusel lool ei langeks nad pärast õhku tõusmist pinnale tagasi, vaid teeks õhus keerlemist kaasa. Samane lugu oleks rõngaga, mis ümber maakera käiks. Meil jääks seega üle ainult äranäidata, missugustel põhjustel jahtumise mõjul tihenev (kokkutõmbav)

\*) Hüpoteesiks nimetatakse õpetust, mille tõe üle veel mõned kahtlused võivad tekkida. Peaegu üsna kindel õpetus nimetatakse teooriaks, kuid ta ei tarvitse veelgi lausa tõde olla.

udukogu kiiremalt hakkas keerlema, kunni ta keerlemise kiirus nii suureks tõusis, et ekvaatoril asuvad massid raskuse kaotasid ja edaspidisel jahtumisel kokkutõmbuvast keskosast rõngana maha jäid. See põhjus selgub vast kõige paremini järgmisest katsest.

Lööme püsti maa sisse pikema teiba, seome ta külge paari süllalise nõõri nii tugevasti, et nõõri teiba ümber minev osa mitte lahtiselt esimese ümber ei annaks libiseda. Nüüd seome nõõri teise otsa külge kivi, tõmbame nõõri sirgu ja viskame kivi puutjoone sihis minema. Kivi hakkaks nüüd nõõri sirgu vinnates ümber teiba lendama. Selle juures mässitakse nõõr ümber teiba nii, et iga järgnev ring lühema raadiusega sünniks. Katse juures näeksime, et esimene ring kõige kauem kestab, iga järgnev ring aga kiiremine lõppeks, sest ühesuguse kivi lennu-kiiruse juures lüheneb tee. Lõpu-tiirud teeks kivi üsna nobedalt ja nõõriotsa lõppemisel juhtub vahest, et kivil veel nii suur lennuhoog sees püsib, mis nõõri katkestab.

Samane lugu oleks ilmaruumis keerleva udukoguga. Ekvatoriaalsetel osadel, kauguses, oleks ka „pikaldase“ rotatsiooni puhul suur lennukiirus. Kokkutõmbusel vähema ringi peal sünnitaks see kiirenduse, ja nii läheks lugu kunni rõnga eraldumiseni.

Meil oleks seega päikesesüsteem käes, milles maakera enesele kuu loonud, ja meil tuleks vaadelda, kuidas eriliselt maakera arenemisega lugu edasi kestis. Kant-Laplace hüpoteesi kohta olgu ainult niipalju veel tähendatud, et mitmed teadusmehed, muu seas Sv. Arrhenius, temaga veelgi rahul ei ole, vaid teisi isesuguseid hüpoteesa on ülesseadnud, mille harutamine meid aga liig kaugele viiks.

## Maakera kooriku tekkimine ja elu ilmumine ta pinnal.

Kui maakera veel läbi ja läbi tulisulas olekus viibis, siis ei võinud arusaadavalt vesi ta pinnal asuda. Kõik praegused okeaanid viibisid siis auru näol õhuvallas, ja võib arvata, et päikese kiired neist pilvedest, mis tol korral maakera ümbritsesid, iialgi ei jaksanud läbi tungida. Niisuguses seisukorras arvatakse planeet Jupiteri veel praegugi viibivat. Ta punakas valgus tekkida aurukordadest läbi paistvast tuliste masside kumast.

Kudamoodi teostus siis jahtumine, kuna ju nüüdki tähelepannatakse, et pilved kiirgamist takistavad? — See läks muidugi üli-pikkamisi, ja protsessi ennast võime järgmiselt ette kujutada. —

Sellaegses atmosfääris valitses umbes sama seisukord, kui praeguses. Kuna alumised kihid kuumad olid, läks temperatuur väljapoole samm sammult madalamaks, kunni ta atmos-

fääri välispinnal ilmaruumi temperatuurini alanes. Niisugusel lool ei võinud see teisiti olla, kui et teataval kõrgusel pidid vihmapihved tekkima, mis arvatavasti hiigla valinguid maakera pinna poole saatsid. Need määratu suured piisad, võib olla, ei jõudnudki maakera pinnani, vaid muutusid kuumematesse siseosadesse jõudes kohe jälle uuesti auruks. Väliste aurude pilveuduks ja vihmapiiskadeks tihinemine võis aga ainult selle läbi teostuda, et aurud külma ilmaruumisse soojust kaotasid.

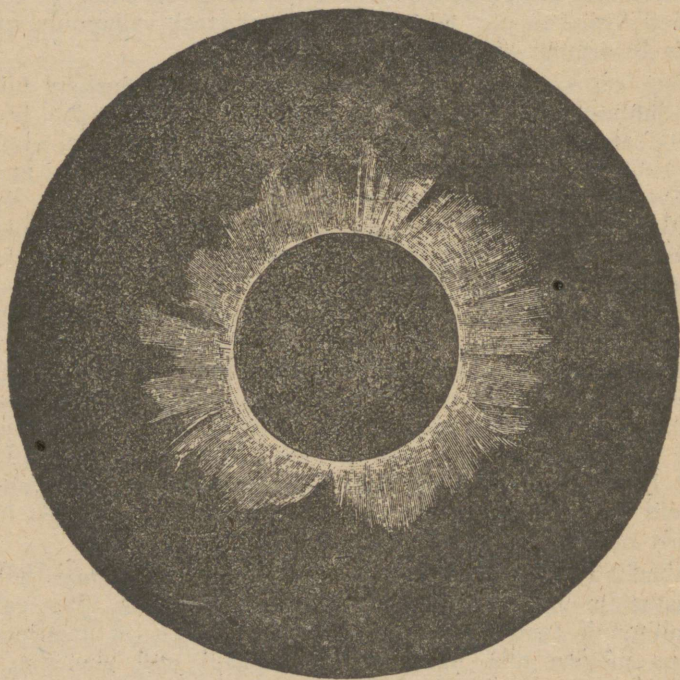
Vihmana atmosfääri siseosadesse langesid laadised vesimasid end uuesti soojusega, kuna väljapool uued veeaurukogud oma aurulekuse peidetud soojust ilmaruumi saatsid. Nii näeme, et õieti vesi see oli, mis soojust siseosadest väljapoole toimetas ja ilmaruumi välja kiirgas.

See oli seega ainult aja küsimus, millal maakera niivõrd pidi jahtunud olema, et ta kindla koorika omandas ja vesi selle peal võis püsima jääda. Kindlasti võib oletada, et vedel vesi suurel määral enne maakera pinnale ei asunud, kui see alla vee kriitilise temperatuuri ( $365^{\circ}\text{C}$ ) ei jahtunud. Varem võisid ehk ainult raskemad valingute piisad mõnikord läbi lüüa ja maakera tardunud, kuid tulist koorikat pragunema ja murenema panna. Koorikas (erikaal 2,7) ujub maagma (erikaal 3—3,5) pinnal, nagu jää veepinnal. — Tuleb veel tähelepanu selle peale pöörda, et ainult vedelas olekus võimalik oli raskematel ainetel maakera südamesse valguda, mille põhjal maakera kõrge üld-erikaal seletust leiab. Huvitav on siin juures ka tähele panna, et metallide erikaaluga paralleelselt nende haruldus kasvab: — raud 7,2, vask 8,9, seatina 11,37, hõbe 12, elavhõbe 13,59, kuld 19,28, plaatina 21,23 jne. — Tuleb üleüldse imestada, et raskeid metalle maakera pinnal leidub, — vähemalt tuleks tegurit otsida, mis neid pinnale virutas.

Maakera pinnale asuv vesi algas kõigesuuremal mõõdul purustus- ja murendustööd kaljuse koorika kallal ning valmistas niimoodi teed elu ilmumisele. On selge, et temperatuur selleks märksa alla harilise keemiskraadi pidi alanema, sest munavalge-ained eluvõimaluse alusena ei või kõrgema temperatuuri juures püsida. Kust ehk kuidas elu maakera pinnale tekkis, sellest pajatavad ainult hüpoteesid. Võimalus, et elu iseenesest alguse sai, on uuemal ajal kõrvale heidetud — sama absurdina, nagu tsirkli kvadratuur, mis ka pealiskaudselt hinnates võimalikuna paistab. Kõige rohkem poolehoidu sellel alal on uuemal ajal võitnud Sv. Arrheniuse vaade, mille järele elu ülipisikeste eoste näol teistelt ilmakehadelt üle on toodud — valguse kiirte tõukel.

Oli juba varem teadusemeeste poolt kindlaks tehtud, et valguse kiired teatavast suurusest aineosakesi jaksavad edasi lükata. Uuemal ajal on juba eelpool korduvalt nimetatud Rootsi

teadusemees Sv. Arrhenius puudutatud küsimust põhjalikumalt selgitanud. Tema arvamise järele on päike ümbritsetud ülipeenikese kosmilise tolmuaga, mis iseäranis rohkelt ilmub päikese suurima tegevuse — nõndanimetatud plekiaastate perioodil, ja täieliku päikese varjutuse korral isemoodi kirkava paistena päikese varjatut fooni nähtakse piiravat. See paistus on Koroona nime all tuntud, ja iseäranis mainitud päikeseplekkide perioodil on hästi näha, et ta aine nabadel magneedi jõujoonte sarnaselt kahele poole, seega selle ilmakeha ekvatoriaalsetes osades kahekordse vihu näol ilmaruumi laiale paisatakse. Osa-



Kujutus nr. 21. Päikese koroona päevapildistus 1900 a. Langley ja Albot järele.

keste laialilendu teostab kiirte rõhumine. Nad olla negatiivse elektriga laetud ja nende päralt jõudmine suuremal hulgal sünnitada maakera atmosfääris virmalisi. Kaks vihu Koroona kiiri tekib sellest, et kõige plekilisemad kohad päikese pinnal asuvad kahel pool ekvaatori. Kuna päikese ekvatoriaal-tasapind ilma ruumisse laiendatud — mainitud osakekestest vaesem on, siis järgneb sellest, et kaks kord aastas — 6. detsembril ja 4. juunil, — mil maakera päikese ekvatoriaal tasapinnast läbi

lõikab, kõige vähem virmalisi peaks ilmuma, kaks kord selle vastu, mil maakera ühel või teisel pool ekvatoriaal-tasapinda kiirtevihkude piirkonnas viibib, — nimelt märtsis ja septembris, — peaks virmaliste rohkus silma paistma. Tähepanekute statistika kinnitab eelmisi oletusi\*). Kosmilise tolmu rikkaliku ilmumise peal atmosfääris päiksepleki aastatel põhjeneb ka nende aegade sademete (vihma) rikkus.\*\*). Tolmu päralt jõudmise aja järele pärast mõne ägedama revolutsiooni algust päikese pinnal hinnatakse kiirte rõhumise edasilükkamise kiirust 910—980 km peale sekundis.

Kuna niimoodi aineosakeste edasitoimetamine valguse kiirte läbi väljaspool iga kahtlust püsib, tuleks meil kaaluda, kas ka muud tingimised lubavad oletada eosrakukeste elusalt edasi toimetamist sellel teel, kunni nad teiste taevakehade peale jõuavad.

Kõige pealt on teadlaste poolt kindlaks tehtud, et tõepoolest leidub nii väikseid elusaid kuiveoseid (tsüste), mis valgusekiirte tõukejõule kohased oleks. Kuna edasi kindlasti teada on, et isegi suuremad eosed tolmu näol atmosfääris lendavad, siis pole ka võimata, et nad õhuvoolu tõstel atmosfääri välispiiridesse võivad sattuda, kus neid päikese kiired võiks kinni haarata ja ilmaruumi toimetada. Nüüd tärkab aga küsimine, kas need eluolevused ilmaruumi madalat temperatuuri (umbes  $245^{\circ}\text{C}$ ) välja kannatavad.

Et selle üle selgusele jõuda, on teadusemehed teatavaid eoseid mõneks ajaks kunni —  $270^{\circ}\text{C}$  kunstlise külma kätte pannud, kuid pärast — soodsatesse tingimistesse asetatud — algasid need siiski elutegevust ilma vähemagi takistusega. Niisuguste katsete läbi selgus isegi, et eluolevuste idanemise võimalus seda kauemine alles hoidub, mida külmemas temperatuuris nad viibivad. Asi on pealegi üsna loogiliselt arusaadav. Et elu alles hoiduks, peab elus olevus ühtelugu orgaanilist ainet põletama. Niisugused keemilised reaktsioonid muutuvad aga seda pikaldasemaks, mida madalam on temperatuur. Sellest järgneb, et tagavaraks olevast orgaanilisest aineest eostel madala temperatuuri juures kauemaks jätkub. Katsed mõnede eoste kallal selle üle, kuivõrd teatav temperatuuri alandus nende idanemise võimalust pikendab, tegid avalikuks teatava progressi, mille põhjal tohib hinnata, et eluidud ilmaruumi temperatuuris enam kui 100 milj. aastat eluvõimsust

\*) Arrhenius võtab kirjeldatud nähtustest õiguse oletada, et kiirgajad päikesed omal tervel kestvusel umbes poole omast aineest kosmilise tolmu näol ilmaruumi saadavad, millest kogumiskohtadel iseseisvad ilmakedad igasugusest suurusest võivad tekkida. Nii oleks ettenähtud ka võimalus, kudas põrkamistel ühte sattunud aine pärast jälle lahku läheb.

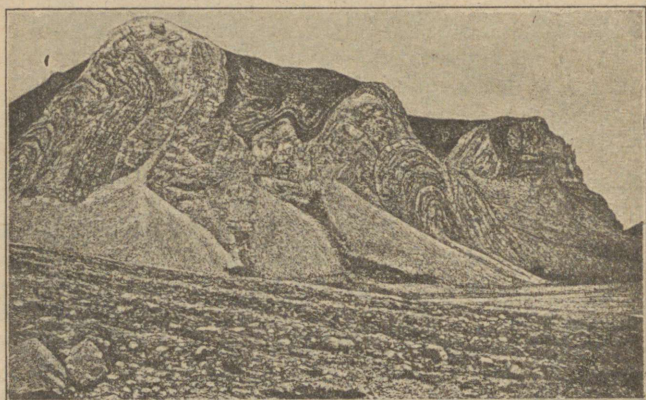
\*\*\*) Veeauru läbi küllastatud atmosfääris ei teki vihmapiisad muidu, kui nendele nagu südame loomiseks ees ei ole mikroskoobiline tolmu kübe.

võivad alleshoida. Sellega langeb aga ka viimane kahtlus küsimuses, kas eluidud võivad ühe ilmakeha pealt teise peale sattuda.

### Maksvad vaated mägede tekkimise kohta.

Nüüd alles võime küsimuse harutamisele asuda, mis meil lhk. 27 vastamata jäi, nimelt: — kuida tekkisid ja tekivad mäed?

Kui mägede sisiehitust uuriti, siis märgati üsna pea, et nad merevee sadestustest olid ülesehitatud, sest nende kihikordade vahelt leiti meriloomade ja meritaimede kivistusi. Kihi korrad ise aga olid asetatud kurrudena — kortsude taoliselt. Sellest järeldati, et nad on tekkinud maakera kooriku kortsumineku läbi. Kuida moodi ehk millistel põhjustel võis maakera koorikas kortsu minna?



Kujut. nr. 22. Kortsmäed läbilõikes.

Teadlased leidsid varsti rahuldava vastuse. — Kortsud tekkida selle tagajärjel, et maakera sisemised vedelosad jahtudes rohkem kokkutõmbuvad, kui kindlas olekus pindosad. Nagu õuna koor kokkutõmbab, kui siseosad kuivades kahanevad, nii sündida see ka maakera koorikmantliga, mis siseosade koostumisel talle liiga suureks jääb. See protsess teostuda pikkamööda, järkjärgult sellel määral, kuida jahtumise protsess edeneb.

Selle seletuse põhjal peavad üksikud maakera pindosad pikaldasel tõusul, teised jälle langemisel viibima. Sellekohased tähelpanekud kinnitasid nähtavasti viimast arvamist. Leiti näit. muu seas, et Skandinaavia poolsaar, Soomemaa ja meie maa pikaldaselt tõusevad, keskmiselt 1 m 100 aasta sees, kuna aga Hollandi madalmaid ja selle ümbrus vajuvad, nii et elanikud

mere pealetungimise vastu end tammide abil peavad kaitsma. Kaljudesse raiutud veeseisu märkide varal tehti kindlaks, et Bergen ümbrus Norras 100 a. sees 1,40 m tõuseb, ja endised merelaine uhtumise jäljed ranna kõrgematel osadel näitasid, et ta nõndamoodi juba üle 200 m, uuemate uurimiste järele mõnes kohas isegi 300 m on tõusnud. Meie maa tõusu tõestab asjaolu, et rannariba Põhja-Eesti järsu paekalda ja mere vahel isegi ühe inimese eluea kestel märgatavalt laieneb. Hollandi vajumise kohta on teada, et Zuideri järveks nimetatud meriosa veel Kristuse sündimise ajal kuiv oli. Tõusmisi ja vajumisi märgati ka mujal ilmas. Nii näitavad Pozuoli juures Itaalia rannal Seraapise templi varemete sammastel märgatavad vesimurendus jäljed, et nende varemete alune maapõhi ajaloolistel aegadel kord oli merevee alla vajunud, nüüd aga uuesti on tõusnud.

Niisugustele vaadetele leidis aga juba varemalt vastalisi. Mitmed teadlased kinnitasid, et nad mägede uurimisel mulje saanud, nagu oleks nad järsust löögist katastroofiliselt tekkinud (E. de Beaumont). Küsimuste selgitamiseks võeti appi ka **paläontoloogia**, — õpetus endise elu kivistunud jäänuste üle. Nende varal tehti kindlaks, et varematal geoloogilistel aegadel on elutsenud madalamal arenemise astmel seisvad loomad ja taimed; järkjärgult on asi muutunud kunni praeguse loomastiku ja taimestiku ilmumiseni. Üleminek ühe ladesüsteemi elulistest teise on aga tihti nii järsult lahkuminev ja vaheastmeta, et kuulus loodusteadlane Cuvier (l. Kuvjee) otsusele tuli, mille järele katastroofide läbi ajuti kõik taime ja loomaelu hävitatud ja uued taimed ning loomad olla loodud.

Selle, nõndanimetatud katastroofide teooriaga ei tahtnud aga teised teadlased leppida, sest ei tuntud jõudusid, mis oleks võinud katastroofisid esile kutsuda. Kui pärastpoole kuulus Ch. Darwin oma **loomuliku suguvalliku ehk selektsiooni teooria** lõi, mille põhjal arvati, et uued looma- ja taimeliigid suguvalliku läbi on tekkinud, nagu seda inimesed käsitavad uute tõugude välja arendamiseks, siis heideti Cuvier teooria täiesti nurka ja seletati nähtust, kus järgnevate kihtide eluesitajad liig järsult lahku lähevad, juhuse läbi, mille juures vaheastmed veel pole leitud ja neid ainult tuleb otsida.

Tehtud otsus tõi suurt hoogu paläontoloogilistele uurimistele. Katsuti, maksu mis maksab, puudevaid vaheastmeid loomade ja taimede arenemisloole hoolsa otsimise varal leida. Kuigi salata ei või, et uuema ajani vaheastmeid on leitud, tuleb siinkohal siiski ka tähendada, et küsimus selle poolest üldiselt veel ülivähe on paranenud; tähtsad hüppekohad on veel praegu ülesillutamata. Uuemat ajal on pealegi Darvini teooria suure-

malt osalt kolikambrisse heidetud\*) ja uued on asemele pandud.

Kõigesuuremat poolehoidu võidab käesoleval ajal uus **mutatsioon**i (muutuvuse) ehk kohasema nimega **heterogeeniline** (teiseks sündimise) **teooria**, mille peaedustajatena oleks nimetada Hollandi taimeteadlane De Vries, sakslane Kölliker ja poolakas Korschinsky. Selle teooria järele sünnivad muutmised järsku. De Vries, näit., tõi troopikamaadelt ühe *Oenothera* taime Hollandisse ja hakkas teda seal kasvatama. Hollandis valminud *Oenothera* seemnetest aga tõusid suurel hulgal taimed, mis oma tunnuste poolest niivõrd emataimest lahku läksid, et neid tuli iseliigiks lugeda. Edasi pandi teiseks-sündimise juhuseid tähele ka loomariigis, iseäranis liblikate juures. Huvitavaks läks asi, kui korda läks kunstliselt väljakutsuda mutatsiooni. Nii leiti (Tschapek'i katsed), et taimi raskusetungi muutusel (keerleval rattal) seemnetest üleskasvatades ilmuvad taimed teistsuguste lehtedega ja ebakorralise õiekrooniga, kuna kudedes endiste keemialiste ühenduste asemel koguni teised tekivad. — Teatavaid merekalu merevees kasvatades, kus oli tühine protsent magneesiumi soola rohkem, kui harilises mereweis, ilmus nende järeltuleva soo juures silmade kukla poole ligninimise kalduvus. Lugu läks isegi nii kaugele, et sündisid eksemplaarid, kelle juures mõlemad silmad olid ühinenud. Praegu teostub Hamburgist kirdepool\*\*) ühe hallitiivalise ööliblika *Cymatophora or F.* mutatsioon musta värviliseks, mille juures teguriks võiks olla, et Hamburg viimasel ajal suitsuseks vabrikulinnaks on muutunud ja seal harilikult edela tuuled valitsevad. Nende näituste juures pole märki suguvaliku mõjust, selle vastu võiks järeldada, et füüsiliste tegurite muutus, — *Oenothera* juures kliima- (valgustuse), rattal kasvatatud taimede juures raskusetungi-, kalade juures eluvahendi kokkuseade muutus ja *Cymatophora or F.* juures suitsu ja vingumõju mutatsiooni esile tõid. Kui niisugune füüsiliste elutingimiste muutmine ka endistel geoloogilistel aegadel looma ja taimeliikide muutumiste põhjuseks oli, siis võiks see Cuvier katastroofide teooriale veel eluõigust anda — arvesse

\*) Darvini vaadete järele korraldab suguvalikut looduses „võitlus olemise eest“, mille juures need eluolevused püsima jäävad kelle kehaehituses juhtumisi ilmunud muudatused (sarved, hambad, värv, edasilikumise abinõude edukus jne.) võimuluse loovad võitjateks jääda nõrgemate üle, kelle juures muutused tulemata jäid. — See printsiip ei ole inimeste praktikas muud annud, kui uusi tõugusid (mitte liike) ja arvatakse, et ta ka vabas looduses muud ei teosta. Nii on suguvalik annud hulk koerte tõugusid, mis nii lahku lähevad vormi poolest, et võhik ei tohiks neid sama loomaliigiks nimetada. Võrrelge näituseks hurta, mopsi ja taksi. Tänaval kokkujuhtunud mops ja taks haistlevad ainult üksteist ja tulevad otsusele: koerad oleme mõlemad. Ka tuleb tähendada, et hooletusse jäetud uued tõud degenerereeruvad — langevad tagasi endise tõu sisse.

\*\*) Die Umschau 1913, nr. 49.

võttes, et katastroofid, mis just elu täiesti ei hävitanud, võisid füüsilisi elutsemise tingimisi muuta.

Tuleb tähendada, et praeguse aja geoloogid veel sugugi rahul ei ole maksvate mägede sünnituse protsesside seletusega. Maakera sisemist kahanemist jahtumise juures ei peeta nii suureks, et sellest võiks praeguste mägede taolised kortsud tekkida.\*) Maapinna kerkimist Põhja-Euroopas ja mujal naba-maadel peetakse mannermaa jää kadumise tagajärjeks, sest maagma pinnal ujuvad koorikosad, võivad jääkoorma kadumise järele kerkida. Oleks ka liig pealiskaudne, mainitud tõususi ja vajumisi mäesünnituse protsessiks pidada, sest Skandinaavia, Soome ja Eestimaa tõusust ning Hollandi vajumisest tekkiv mägi, näit., saaks ebamääraselt laialdane, — hari meil ja org Hollandis. Kõige paksemad mäed Alpides ei oma omal jalal üle 30 km paksust. Kui ei jõuta selgeks teha, et maakera pind vähema kui 30 km ulatusel paar vajumist ja ühe tõusu näitab, siis ei või juttugi olla tõusu ja vajumise nähtuste mäe sünnitusprotsessiks pidamisest. Ka paisumisi kristalliseerimise ja vee sisseimemise tagajärjel peetakse vähema tähtsusega teguriteks, nii et ütelda võib: — tõsistest mäesünnitusprotsesside seletustest ollakse veel kaugel. Uuemal ajal on asi veelgi keerulisemaks läinud. On nimelt kindlaks tehtud, et suurema hulga mägede juures meil mitte üksi tegemist pole kortsudega, vaid maakera kooriklahmakud on üksteisest kallakult üle lükatud nagu jääpangad mererannas kevadiste tormide tagajärjel. Nende samade kihtide mitmekordselt kordumine teeb eksimise võimaluks. Kõige esite pandi ülelülkkamist tähele Inglismaal, kus leiti, et üks vanem maalahmakas oli 50 km laiuselt teiste peale lükatud. Pärast leiti ülelülkkamisi ka Belgia kivisöe kihtides. Määratud ülelülkkamised aga tehti kindlaks Vahemerd ümbritsevates mägestikkudes, Ameerika Kordiljeerides, Himalaja mägestikus ja mujal. Alpid on 3—5 kordselt kirdesihis ülelülkatud kihtidest ülesehitatud, Karpaatid samuti. Viimaste viiest kihist (Subbeskiidia, Beskiidia, Piènia, Subtatra ja Kõrgetatra) on kõige alumine — Subbeskiidia kiht 100 km laiuselt üle Sudeetide eelmaa lükatud. Apenniinid on ida sihis ülelülkatud, Atlasmägestik Aafrikas lõuna poole, Pireneid põhja poole. Paistab, nagu oleks nende kihid Vahemere süngist välja tõrjutud. Kordiljeerid on lääne sihis, Himalaja mäed aga lõunast põhja poole ülelülkatud.

Kuigi salata ei või, et maakera kooriku kortsunemiseks jahtumise protsessid kaasa mõjuvad, tuleb tähendada, et kindlasti

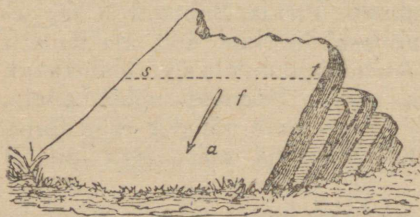
\*) A. Heimi järele on praeguste Alpide 150 km laiuse pinna alla koostunud 600—1200 km laiune endine pind, mis üksi 3% kahanemist toob selle meridiaanile; terve mainitud meridiaani mägestikkude läbi sünnitatud pinna koostumine teeb välja 9%.

olemas on veel teised — võib olla mitu kord suuremad mõjud ja jõud sellel alal tegevad, mis aga siitsaadik on tähelepanemata jäänud. Maakera koorikus valitseva tangentsaalsurve tõenduseks on viimasel ajal ettetoodud sügavates mäekaevandustes ja tunnelites täheldatud kivimasside liikumised, mis avalikuks tulnud seintesse lastud raudpoltide kõveraksvinnamiste ja edasinihkumiste näol, ehk märgati kaevikute seintel järskratsusega looka lõovate ja maha varisevate lahmakate läbi. Tuli aga arvesse võtta, et niisuguste nähtuste teostumine peitub tunnelis eneses, sest augu ümber olevad massid suruvad lihtsalt oma raskuse mõjul tühja ruumi poole, — teiste sõnadega — nähtus on seesama, mis avaldub lendava porisse visatud kivi läbi sünnitatud augu kokkuvalgumisel.

Kõigest sellest selgub, et tuleb hoolsasti veel mägede ehitusvormisid uurida, et lõpuliku otsusele jõuda nende tekkimise põhjuste üle. Tähtis tõsiasi, mis uurimistel ümberlükamatult tõeks jäi, on see, et mäed mitmeil geoloogilistel perioodidel on tekkinud.

### Ladesuhted.

Kihid, mis mereveest on sadestatud, lamavad harilikult kaalus. Mägisünnitajad jõud on neid tihti kald- ja püstolekusse asetanud. Rida kohakuti üksteisele järgnevaid kihte nimetatakse **ladestus-** ehk **kihistus süsteemiks**. Läbilõige lademest ehk kihist ühes kihi pealispinnaga on ta **avanevus**. Kihi piir vanema kihi vastu on ta **asupind**, vanem kiht nimetatakse **lamavaks**, noorem **rippuvaks**. Kihi **paksuse** all mõistetakse loodkaugust mõlemate, kihti piiravate pindade vahel. Kihi **viirdumine** on ilmakaare siht, mida kaalus (horizontaalne) sirgioon ehk õgvik ta pinnal omandab; kihi **kalduvust** esitab õgvik kihi pinnal, mis viirdumise peal ristloodis seisab. Viirdumise siht määratakse **mäekompassi** abil, mis harilikult kom-

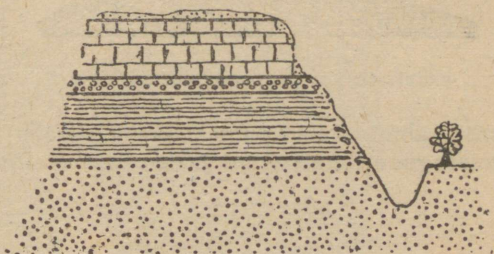


Kujut. nr. 23. Viirdumine ja kalduvus.

passist selle poolest lahku läheb, et lääne ja ida märgid on ümbervahetatud. Säetakse niisuguse kompassi ilmakaarte põhjatelg viirdumise sihti, siis näitab nõel ühelisi kraadide arvu ja ilmakaart, mille poole viirdumine põhja-lõuna sihist lahku läheb. On viirdumine määratud, siis näitab ristlood (90°) tema peal kalduvuse sihi (v. kujut. nr. 23), kuid **kalduvusnurga** määramiseks, mida sünnitavad kaldjoon ja tema kohal jooksev kaaljoon, on mäekompass varustatud loodlauakesega.

On rida kihte samase viirdumise ja kalduvusega, siis on nende ladestus **samaloomuline** ehk **konkordant** (v. kujut. nr. 24), vastand juhusel aga **lahkloomuline** ehk **diskordant** (v. kujut. nr. 25). Toodud pilt näitab, et alumiste, masendatud kallakihtide otsade kohale on uuesti meri asunud ja nooremad kaalus kihid peale asetanud. Niisugust juhust nimetakse

**transgressiooniks** ehk **üleujutuseks**. Nõjatab meri uued kihid vanade kaldkihtide najale, siis räägitakse **ingressioonist** ehk **liitujutusest** (v. kujut. nr. 26). Kihtide laine-



Kujut. nr. 24. Samaloomuline ladestus.

taolise tõusu ja langu korral tehakse vahet **sadula** ehk **antiklinaalse- ja nõgu** ehk **sünkliinaalse kortsu** vahel. On sadula kihid katkestatud või masenduse läbi kõrvaldatud, siis räägi-



Kujut. nr. 25. Lahkloomuline ladestus ja transgressioon.

takse **õhusadulatest** (v. kujut. nr. 27). On maakera koorikosade servad suurelatuselistel pragudel ehk lõhedel ühepoolse vajumise või kerkimise läbi lahku läinud, siis nimetatakse seda

viskeks (v. kujut. nr. 28). Viskete läbi tekivad ka nõgud, mida jõed tihti omaks süngiks valivad (Rhein), kuid tuleb

tähendada, et Lõuna

Eesti jõgede orud on kõik jääajal sulavee vooludest uhutud ürgorud.

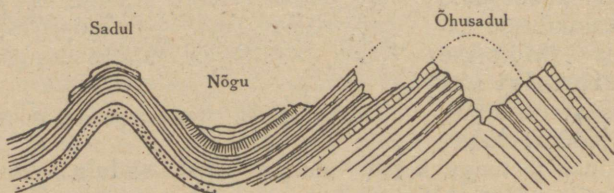
Viskete servad on tihti muljumisest paendunud.

Tungib lõhedesse võo-

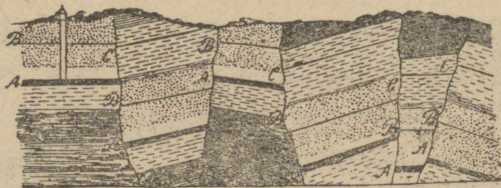
rast ainet, mis pärast kivineb, siis võib tihti vahet teha, missugune lõhe vanem, missugune noorem. Kujut. nr. 30 toodud



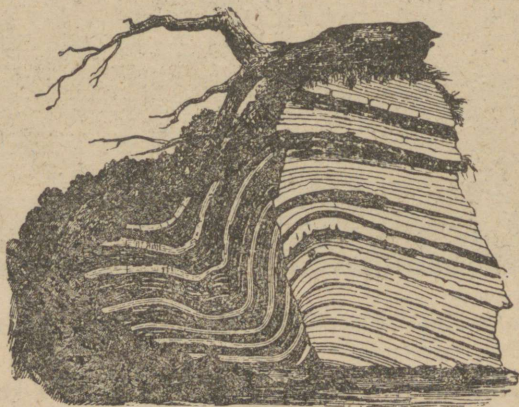
Kujut. nr. 26. Ingressioonilised kihid.



Kujut. nr. 27. Sadulad ja nõgu.



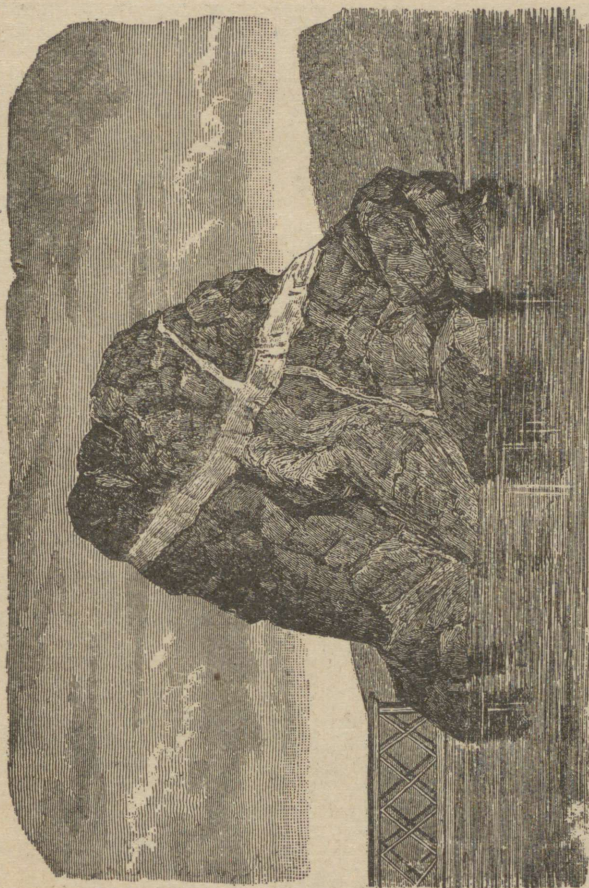
Kujut. nr. 28. Visked.



Kujut. nr. 29. Viske paendunud servaga.

lõhelisel kivil on kitsam pragu varem tekkind, sest laiem pragu on viskaliselt kitsama prao otsad lahku viinud.

Jõudusid, mis maakeras eneses peitudes koorikosa liikumisi jaksavad toime panna, nimetatakse **seismilisteks** ehk **tektoonilisteks** jõududeks. Nendest kõige rohkem äratavad tähelpanu



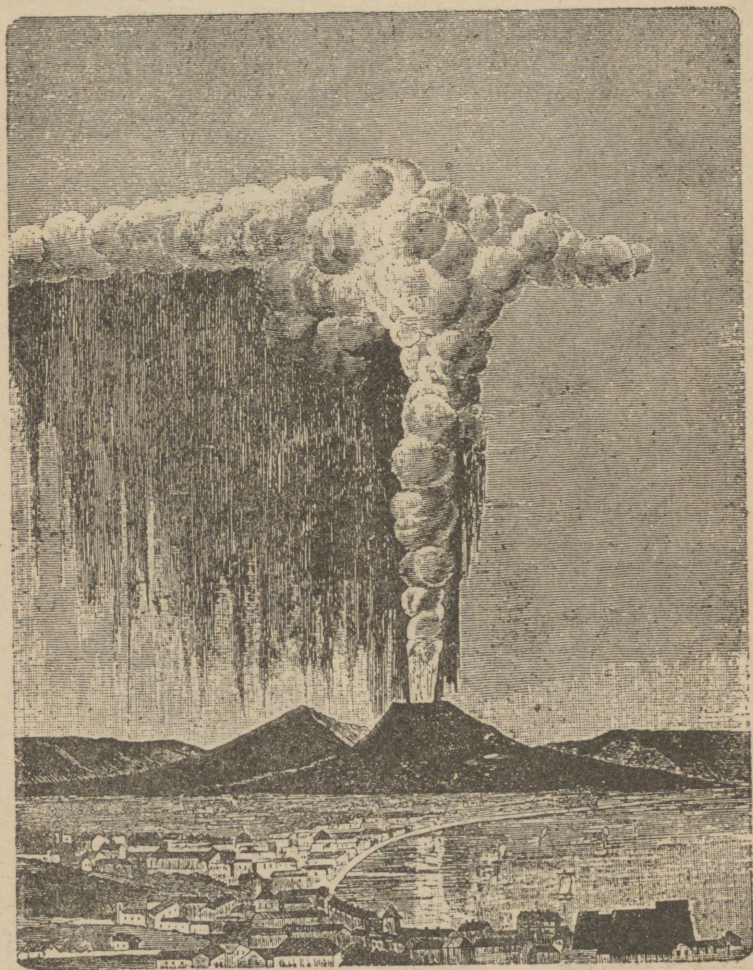
Kujut. nr. 30. Lõheline kivi St. Louis (Lui) juures.

**vulkanism** ehk **tulimäesünnitus** ja **tektonism** ehk **maavärisemise nähtused**. Mõlematest arvatakse, et nad **mägedesünnitusega** ehk **plutoonilise tegevusega** käsikäes käivad. Plutooniline tegevus teeb maakera pinna konarlisemaks ja on vastand **neptuunilise**\*) ehk **veetegevusele**, mis maad püüab tasandada.

\*) Neptuunus oli roomlaste mere- ehk veejumal, Pluto aga oli altilma ehk tulejumal.

## Tulepurskavad mäed.

Neid meie maal ei tunta, aga kuulujutud on nendest ammu igale poole laiali lagunenud. Sellepärast on väga tarviline ka nende imeliste loodusenähtuste üle seletust saada.

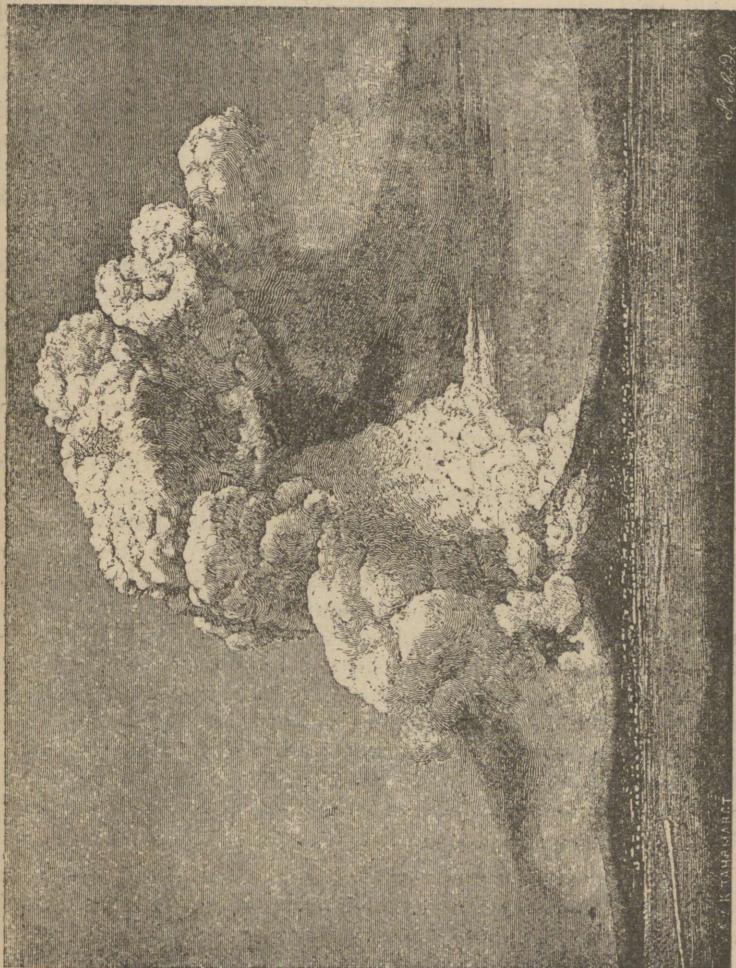


Kujut. nr. 31. Vesuv tegevuses 1822 a.

Päeva ajal ei näe tegeva tulepurskaja mäe ehk vulkaani tegevusest eemalt muud, kui et ta omast harja avangust ehk kraaterist suitsu välja ajab; öösel aga paistab mäe harjal tõesti

tulekuma ja on selgesti näha välgud, mis suitsupilve seest sähvivad. Kõue mürin segab ennast üleüldise mäemürinaga.

See, mis meie öösel vulkani harjal tulekumana näeme, ei ole mitte ikka leek, vaid enamasti kraateris keeva elendava sula kivi vastuhelk suitsupilves. Tõsised leegid tekivad ainult põle-



Kujut, nr. 32. Vesuv tegevuses 26. apr. 1871 a.

vate gaaside ilmumisel. — Vahel ajab vulkaan sulakivi — laavat — üle kraateri ääre välja, mis sellepärast, et ta siirupisarnaselt paks on, hõõguva tulejõena pikkamisi alla oru poole venib, kunni lõpuks ära tardub. Laava vahtu tardunult nimetatakse pimsteiniks ja teda tarvitatakse puu lihyimiseks. Pim-

stein tekib enamasti merealuste tulepurskamiste juures, kus ta veepinnal ujudes merd mõnikord penikoormate laiuselt katab. Kraaterid võib ühel vulkaanil mitu olla ja vorm ning laius on mitmekesine. Nii mõõdab Vesuvi kraater 620, Ätnal 700 ja Kilauea oma Havai saarel 4700 m. (4,7 km.). Viimane on lihtsalt tuline laava järv ligi 15 km. übermõõduga (suurem Ülemiste järvest), mis ajuti laavat üle ääre ajab. Omal teel orgu hävitab laava ettejuhtuvad puud, põõsad ja elumajad. Ta on väga krobeline ja kobe (aukline) sini - must ehk hall kivi.

Augud tekivad sellest, et laavaga segatult maapõuest tuleb palju süsihapet, veeauru, väevlist anhüdrüidi, väävelvesinikku, vesinikku ja teisi gaasisid, mis sula kivi kobedaks puhuvad. — Need gaasid on mürgised ja võivad surma tuua. Väävelvesinik ja vesinik, välgust süüdatud, annavad leekisid.

See, mis meie suitsusambana vulkaani harjal näeme, on tema tuhk. Et tuhaga ühes ka veeaur välja heidetakse, siis võib viimane kergesti vihmaks tiheneda, mis tuhaga seganedes kuuma porivihmana esineb. Niisugune tuha ja porivihm on kõige kardetavam nähtus vulkaani tegevuses, sest ta võib linnasid ja külasid paksu tuhakorra alla matta, nagu seda Vesuvi tegi oma purskamise algul a. 79. p. Kr. kolme Rooma linna— Pompei, Herkulaanumi ja Staabiaga. Enne seda loeti Vesuvi kustunud tulepurskavaks mäeks, nagu neid praegugi siin ja seal ilmas leidub. Kas mõni mägi endist tulepurskavat mäge esitab, on kaunis kerge tunda, sest hariliselt on terve mägi niisugusel korral väljaheidetud tuhast ja laavast üles ehitatud. On ilm vagane, siis tõuseb suitsusammas püsti ja laotab ennast piinia (Itaalia okaspuu) taoliselt laiaili (v. kujut. nr. 31); tuulega kantakse tuhk kaugemale, kus ta siis hävitust võib sünnitada (v. kujut. nr. 32). Tuhavihma sees langevad harilikult alla ka mõned jämedamad kivid angunud laavast, mida nende välja-nagemise pärast tulepurskava mäe pommideks nimetatakse. — Ehk küll tulepurskava mägede naabrus kardetav, asuvad inimesed seal heameelega, sest vulkaanilise tuha pind on üliviljakas.

Et tulepurskavad mäed alati veeauru välja ajavad ja — nagu seda kaartidel näeme — mererannikuid mööda on paigutatud, siis peetaksegi vett üheks nende tekkimise põhjuseks.

Oleks maakera sisemus ainult sula kivi, siis ei oleks põhjust, miks see välja hakkab ajama. Nagu kaalumised on selgeks teinud, esitab praegune laava ainet, millel suurem erikaal, kui pealolevatel kividel, näit. raudkivil. Koorikas ujub seega magma pinnal, nagu jää vee peal. Kuigi järvel jää sisse auk raiutakse, ei ole mingit põhjust, et alt raskem vesi hakkaks välja kerkima.

Mere ligiduses võib aga maakera koorika pragude läbi tulise maagma juure vesi peaseda. Kui see seal auruks muutub ja väljapeasetee omal-kudagi moodi ise kinni matab, siis peab see aur esiteks ennast sula kiviga segama, teiseks peab maagma auru rõhumisel kusagilt teiselt — õrnemalt kooriku kohalt ehk teistest pragudest väljapeaseteed otsima.

Oma tegevust vähendavad vulkaanid harilikult pärast suuremaid purskamisi. Uue tegevuse algust kuulutab enamasti maalune mürin ja kohalised ümbruskonna pinna kõikumised. Vulkaanide puhke ajajärgul ja isegi kustunud vulkaanide piirkonnas avalduvad mitmed kaasnähtused vahetpidamata edasi. Need on: solfataarid — väävelühenduste väljavoolu kohad,



Kujut. nr. 33. Ätna parasit-kraaterid.

**fumaroolid** — veeauru lähtekohad ja mofettid — süsihappe lõõrid (Koera - koobas Neapoli juures). Viimane võib ka allikates ilmuda (Eifelis ja Böömimaal) — loomulik selters.

Paljud vulkaanid töötavad vahetpidamata ilma iseäralise ägeduseta, näit. Stromboli, mida laevamehed tema alalise tegevuse pärast „Vahemere tuletorniks“ on hakkanud nimetama. Kui palju tuhka tulepurskavad mäed jaksavad maapõuest välja virutada, selgub juba eelpool mainitud Pompei, Herkulaanumi ja Staabia hukkumisest. Ätna aastased tuhasaavutused (1864—65) hinnati 7 milj. m<sup>3</sup> peale. Veel rikkamalt andis tuhka Krakotau

(saar Sumatra ja Jaava vahel) omal kuulsal purskamisel ja hukkumisel (augustil 1883), nimelt 18 milj. m<sup>3</sup>. Sellel purskamisel, mille mürin Tseiloni saarele ja Filipiinidele kuuldunud, lennanud ühekorraga terve kolmandik mäge vastu taevast. Ka tekkis sellel juhusel hiigla laine merel, mis Jaava saare rannalt linnad ja külad merde uhtus, mille läbi 40.000 inimese elu hukkus. Krakotau purskamise järele mär-

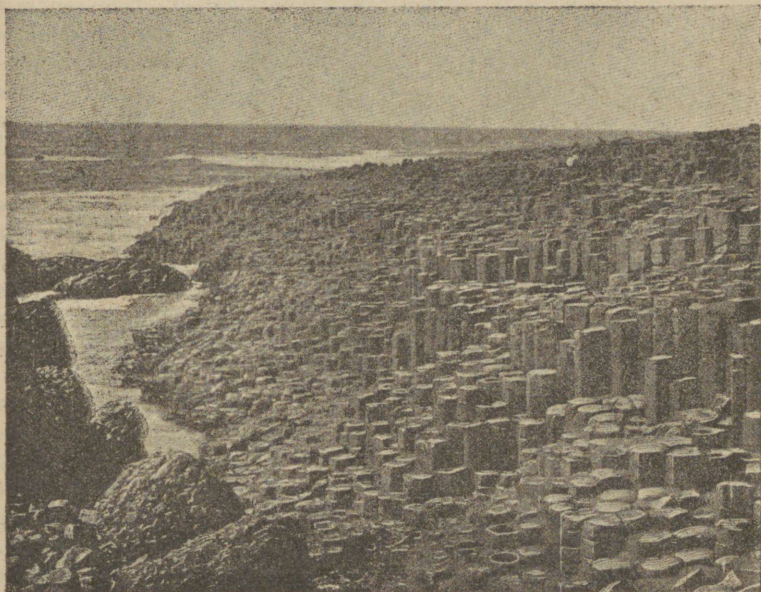


Kujut. nr. 34. Basaldi sambad St. Helena saarel.

gati mitu aastat terve ilma õhkkonnas vulkaanilist tolmu, mis selle aja vihmariikusele aluseks oli. Kuulsaks sai oma purskamise läbi ka Mont-Pelée Martiniko saarel, mille läbi 8. mail 1902. tema jalal asuv St. Pierre linn hävitati — arvatavasti mürgiliste gaaside laine läbi, sest mainitud päeva järele leiti

terve linna elanikud (umbes 30.000) surnult. Merealuste purskamiste tagajärjel tekivad tihti uued saared, mis aga mere lainetusele kaua ei jaksa vastu panna, vaid ruttu hävinevad. Niisugune lugu oli Ferdinandea tekkimisega Sitsiilia juures 1831. (v. tahv. IV).

Vähemalt praeguse aja, nõndanimetatud **Strato vulkaanide** (kordamisi laavast ja tuhast üles ehitatud) kohta arvatakse, et nad maakera kooriku viskeid (pragusid) mööda on asetatud ja tihti võib niisuguseid „süsteemiks“ ühinemisi avalikuks teha. Viskel asumist tõendab muu seas ka nõndanimetatud abi- ehk parasiit kraaterite reas asumine.

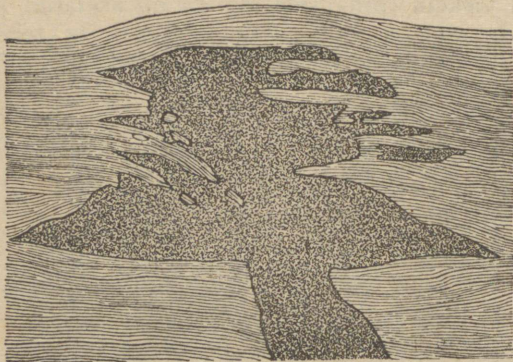


Kujut. nr. 35. Basaldi sammastest „Hiiglaste - tamm“ Iirimaa.

Peale Strato vulkaanide arvatakse endistel geoloogilistel aegadel tegutsenud olevat iseäralised, nõndanimetatud **massilised** vulkaanid, mis ühetaolist rüngastõu \*) ainet, trahiiti, fono-liiti või basalti — kuhiku, kupli või seenkübara vormis on üles ajanud ilma iseäralise kraatersünnituseta, kuid milliste väljavoolu kanalid sama aine läbi on ummistanud ja kuhimassi all iseäralise jämeda varre näol teistest kihikividest läbi käivad. Iseäranis basalt on selle juures ülitoredate kandiliste sammaste

\*) Rüngastõugudeks nimetatakse sadetõugude vastandina kõiki tulisula olekust tardunud mägitõuge — raudkivi, gneissi, basalti, trahiiti, porfiiri jne.

näol arenenud (v. Fingali koobas „Mineral. Käsiraam.“), mida aga kristallideks ei tohi pidada, sest nende tahkude arv on mitmekesine (4—7). Iseäranis huvitavad on basaldi sambad St. Helena saarel ja kirdepoolsel lirimaal. Niisugused sambad tekitavad mulje (autori arvamine), nagu oleks nad vinske plastilise massi kitsast avangust suure surve abil läbipressimise tagajärjel sündinud, nii umbes, nagu raudtraat kandiliselt kiud-



Kujut. nr. 36. Lakkoliit.

tunud. Nii, näit., arvatakse terve Atlandi mere põhi Inglismaast alates üle Islandi saare kuni Gröönimaa idarannani basaltlasusid täis olevat.

Vulkaaniline tegevus avaldab enamasti ka mõju naabermaetõugude peale, nendes tihti suuri ümbermuutmisi teostades. Puht kuumuse mõjul muutub lubi marmoriks, pruunsüsi koksiks ja antratsiidiks, savikildkivi kristalliinsetaks kivitõugudeks jne. Väävelhappe tekkimisel (väävlise anhüdriidi ja väävelvesiniku oksüdeerimise läbi) tõrjutakse ränihape ( $\text{SiO}_2$ ) ühendustest välja, mis aga selle järele teiste elementidega ühendust otsides uusi mineraale sünnitab. Tumevärvilised kivid pleegivad ja muutuvad kobedateks vulkaanilisteks tuffideks või savisarnasteks massideks (Island, Neapel, Jaava). Merglites tekib gips, kui lubi-osa süsihape väävelhappe läbi välja tõrjutakse ja rauapagu muutub selsamal põhjusel rauavitriooliks.

### Kuumvee-allikad.

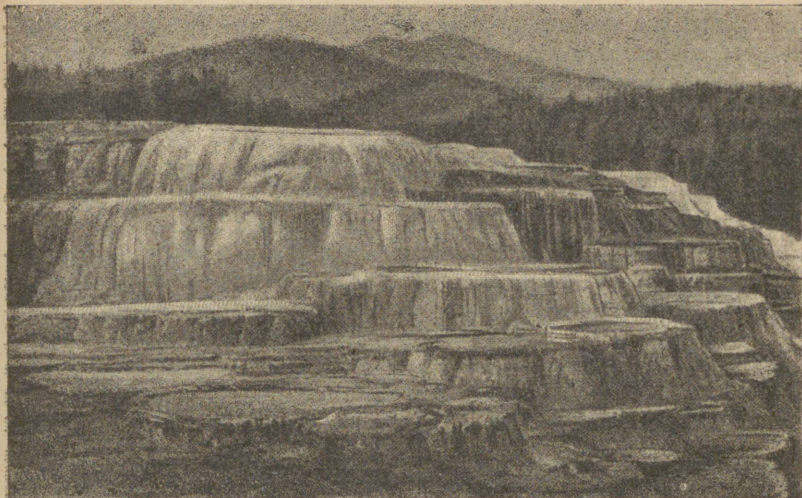
Vulkaaniliste nähtuste kõrvale tulevad reastada ka purskavad **kuumvee-allikad**, nõndanimetatud **geiserid**, ja üldse ümbruskonna temperatuurist kõrgema temperatuurilised allikad. Nende veed tulevad nähtavasti suurematest sügavustest, — sealt kus maakera sisikuumus juba suuremal määral mõjule peaseb. Hari-likult sulastab kuum vesi märksa suuremal määral soolasid

line paistab olevat, kuna teda teatavasti valmistatakse terasplaatide kitsastest koonilistest aukudest läbivinnamise teel. Mõnikord on mass-vulkaanide aine ainult pealispinda üles kergitanud, kihtide vahele ära tarduda. Neid pesasid nimetatakse **lakkoliitideks**. Basaldi voolud on tihti ülilaialdaselt teos-



Ferdinanda saare tekkimine Sitsiilia juures 1831 a.

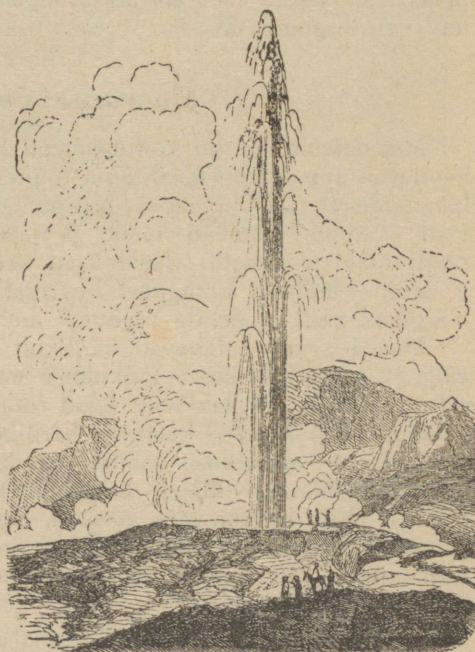




Kulut. nr. 37. Ränituffist astmed Teterata allikal Uue-Meremaal.

(keedusool oleks erand), kui külm. Sellepärast pole imestada, et näit. Saksamaa kuumveeallikad (Baden-Baden  $86^{\circ}$ , Karlsbad  $57^{\circ}$ , Teplitz  $37^{\circ}$  jne.) maa põhjas lasuvatest kihtidest suurel määral aineid välja uhuvad ja sulastund karbonaatide, sulfaatide ja rauavitriooli näol kaasa toovad (Karlsbad näit. iga aasta umbes 50.000 tsentn. glaubrisoola).

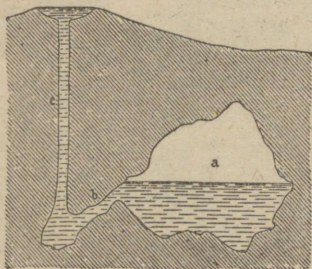
Vulkaanilise Hekla ümbruskonna, Uue-Meremaa ja P.-Ameerika Yellowstone'i (loe Jelloustoni) rahvapargi geiserite vesi sadutab enesest suurel määral räniainet (opaal) välja, millest mõnikord ülitoredad astmed ja õõnsad mitme m. kõrgused toru-kuhikud tekiavad. Ränisadutusest osa võtavad ka ühe-



Kujut. nr. 38. Geiser Islandi saarel.

rakulised ränivetikad — diatomeed, kes kunni 60° kuumas võivad elutseda ja kelle kestakesed on räniainest.

Purskamine algab sellega, et kõuesarnase mürina ja põrutuste saatel geiseri avangtrehtrisse vesi tõuseb ja seal keema hakkab, kunni lõpuks kohiseses aurupilvedest ümbritsetud 60 m.



Kujut. nr. 39. Geiseri skeem.

kõrgune keev veesammas püsti tõuseb. Lühikesele purskamisele järgneb mitu tundi kestev vaheaeg. Arvatakse (võrdle skeem), et geisersünnituste aluseks on suuremas sügavuses peituv koobas, kuhu maaluste veesoonte vesi sisse niriseb, seal maapõue kuumusest keema aetakse, millest tekkiv veeaur koopa laeluse osasse kogub ja järk-järgult suurema pinge omandab, kunni ta jaksab terve kanaalisse kogunud veesamba õhku virutada. Purtskamise algusel kaotatud vee tagajärjel lüheneb veesammas alumisest otsast, auru surve peaseb rohkem mõjule, nii et kanaalis oleva veesamba lühemaks minemise määral purskamine ägedamaks muutub. On vesi kõik kanaalist välja surutud, siis peaseb sedasama teed ka aur vangist ja — uus periood algab uue vee kogumisega.

## Maavärisemised.

Maavärisemised on kohutavamad loodusnähtused, mis omas hävitavas täiuses meie maal täitsa tundmataks jäänud. Ainult selle lainetaoliselt laialilaguneva maapinna kõikumise kõige nõrgemad võngud ulatavad meile ja jäävad harilikult elanikkude poolt tähele panemata. Iseäralised mõõduaparaadid — seisograafid, — millised praegusel ajal igal tähttornil on üles seatud, märgivad neid ja nende tugevust mehaaniliselt üles.\*)

Maavärisemised lähevad harilikult mingisugusest keskkohast välja ja tunduvad järsu löökidena maa põhjast, mis mõnikord nii tugev on, et lahtised asjad oma alustelt üles hüppavad. Niisugused põrutused kestavad harilikult ainult mõned sekundid, mõnekümne minutilise vaheaja järele kordudes, kuid nende mõju on määratu. Majad langevad rusudeks oma alla inimesi mattes. Kes majast välja peaseb, langeb kukkuvate katuse- ja korstnakivide all. Küdevate ahjude purunemisest peasevad tihti tulikahjud möllama. Maa praguneb; mõned osad kerkivad,

\*) Selle tagajärjel, et lainetuse edasiliikumise kiirus kumeras koorikosas isesugune, ja otse läbi maagma isesugune, hinnatakse isegi maavärisemise keskkoha kaugus üsna täpselt.

teised vajuvad; tuleb kokkusurumisi ette, mille läbi raudteeroopad kõverduvad; tekivad maaaluste koobaste sisselangemistest trehtlisarnased avangud, mis mõnikord veega täituvad, ja merilinnades visatakse mõnikord hiiglalaine randa, mille läbi laevad kuivale virutatakse ja majad merde pühitakse (Lissabonis 1755, kus terve linn 5 minuti jooksul hukkus, ja Messinas 28. dets. 1908, kus üle 100.000 inimese elu hääbus). Maavärisemise korral 1510. a. neelas merevoog Konstantinoopolis 109 mosheed ja 1070 elumaja. Maavärisemisel Kamaishis Nipponi saarel Jaapanis 15. juunil 1896. pühkis laine minema 7600 maja ja surmas 27.000 inimest. — Kohutavalt mõjub maavärisemine isegi metsloomade ja lindude peale.

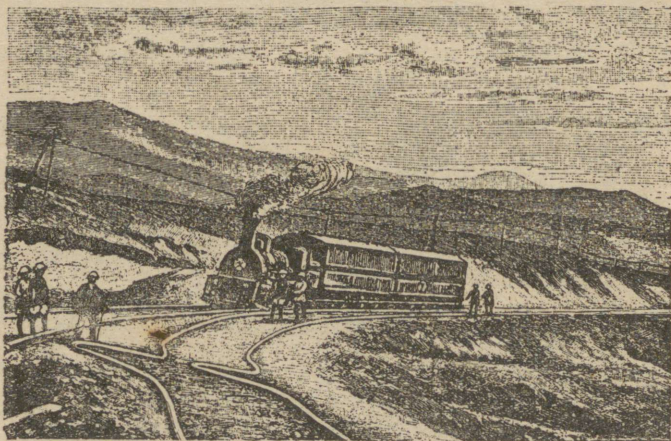


Kujut. nr. 40. Pragu Monte Sant' Angelo juures Kalaabrias, tekkinud maavärisemisel 1783.

Nagu eelpool tähendatud, on maavärisemise ilmutused seotud enam vähem teatud kohtadega. Kuulsad on oma rohkete maavärisemiste poolest iseäranis Kesk-Ameerika, Kordiljeerid ja Andid, Aasia ida- ja lõunarand, Kesk-Aasia Turkestani ümbrus ja iseäranis Vahemere ümbrus. Balkani poolsaarel on kohti (Epiiruses), mis rahu ei tunnegi, vaid ühtelugu võbisevad. Klassiliseks maavärimiste keskkohaks peetakse aga Messiina ümbrust.

Maavärisemise põhjusi tuntakse mitmesuguseid. Nii tähendatakse juba lhk. 10, et maaaluste koobaste kokkulangemine selle põhjuseks võib olla. Löövide kordumine leiaks siis seletust selle läbi, et mõned laeosad, mis veel rippuma jäid, järel

kukuvad. Ka võib ühe koopa kokkulangemine teisi välja kutsuda (trehteravangud). Edasi leiaks hiigla lainete tekkinine niimoodi paremat seletust. Kui koobas nimelt mere põhja all nii kokku langeb, et selle kohale nõgu tekib, siis on ka nõgu mereveepinnal selle tagajärg. Iseenesest mõista hakkab merevesi tekkinud nõgusse kokku voolama, kord liikumapeasenend veemassid ei jää pinna tasanemise korral veel seisma. Määratu veekuhi endise nõgu kohal ja hiigla laine on selle tagajärg. — Teiseks peetakse maavärisemise algatajaks maakera kooriku paenutust pinna tõusude ja vajumiste tagajärjel, millise murdumisest järsk võpatus võib sündida (peerg põlvel paenutades). Kolmandaks peetakse maavärisemise algatajaks maakera vulkaanilist tegevust. Küll on loobutud endistest arvamisest, et kõik maavärisemised vulkaanilisel alusel tekivad.



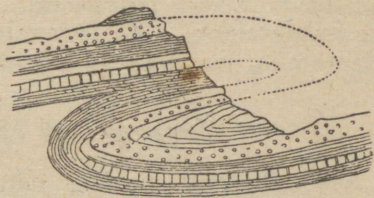
Kujut. nr. 41. Kaalpinnas kõverdunud raudteeroopad maavärisemisel Sant-sala juures Beluudshistanis 1892. a.

Pandi nimelt tähele kõige ägedamaid maavärisemisi maaaladel, kus ümbruses vulkaanid täitsa puuduvad (Kesk-Aasia), ja vulkaanilistel aladel teostunud maavärisemised ei avaldanud tihti mingit mõju ümbruskonna vulkaanide peale. Nii näit. jäid Itaalia vulkaanid — Ätna, Vesuv, Monte-Nuovo, Stromboli j. t. mainitud hirmsal Messina maavärisemisel 28. dets. 1908. üsna rahulikuks. Sellevastu, viimased Mont-Pelée purskamised olid alati ühenduses tugevate maapinna vapustustega Kesk-Ameerikas ja ligidastel meriosadel. Kumb õieti teist välja kutsub, kas maavärisemine vulkaanide purskamist, või überpöördukt, on lõpulikult selgitamata. Lõpuks olgu juurde lisatud ümberlõkkamata faktidena, et tekivad — nähtavasti all oleva põhja värisemise mõjul — tihti ka merevärisemised.

## II. Aeglooline geoloogia.

Dünaamilist geoloogia osa käsitades oleme selgusele jõudnud, et maakera pinna moodustusest võtavad osa paljud tegurid. Plutoonilised jõud tõstsid maakera koorikosasid, neptuuniline tegevus hävitab tekkinud kõrgustikud, uusi kihte madalamal luues. Need kerkivad võib olla uuesti, millele uus hävitus järgneb. Vanast tekib igal juhusel uus ja nii tuleb arvata, et nooremad sadetõud on üles ehitatud vanemate mägitõugude materjalist, väljaarvatud need juhused, kus selleks aine võeti uuemate vulkaanide tegutsemise saadustest. Sadetõugudega on kaetud enamasti kõik ürglool tulisulast massist tardunud maakera silikaatrikkad soomuskuue osad, kuid kahtlemata on nähtavad koorikosad selle vana, ürgkiviaine materjalist. Kas mõnelpool paljastunud raudkivi ja gneis-lasud nende ürgkivide hulka kuuluvad, on üks küsimustest, mis veel lahendust ootab.

Harilistest sadetõugudest tuleb kahtlemata neid vanemateks lugeda, mis sügaval lasuvad. Küll on mitmel juhtumisel kihid kortsudel püstitatud, ja küljelilangenud kortsude juures pärast pealmise osa masendust vanemad kihid peal ja nooremad all,



Kujut. nr. 42. Küljelivajunud kihide käik.

kuid vastupidi ja samas järjekorras korduvad kihitsad avaldavad vilunud uurijale oma saladuse kohe. Et nii viisi vähemalt kihtide järjekorralist vanaduse astet võimalik oli äramäärata, siis ehitati sellepeale terve geoloogiline aeglooline süsteem üles, millisele vastavalt kõik kihistused üksteisele järgnevateks osakondadeks on jagatud. Sellejuures katsuti arvestada terve maailma ühtaegseid kihta, ja raskused, mis sellel alal tekkisid, võideti paläontoloogiliste leiduste abil lõppeks üsna kergesti. Kuna kõik taimed ja loomad paläontoloogiliste andmete põhjal madalamast astmest peale ülespoole on arenenud, siis märgati ka pea, et ühesugused kihid enam vähem ühesuguste loomade ja taimede kivistunud jäänusi sisaldasid. Sellepärast tarvitakse uuemal ajal kihtide vanadusastme

kindlaksmääramisel eriti ja ainult tüübiliste kivistuste — nõnda-nimetatud **juhtkivistuste** leidu. Aegloolises geoloogias juurdub seega ka terve **edenemise õpetus** ehk **evolutsiooni teooria**, mis uuemal ajal üheks loodusteaduse vankumata aluskaljaks on saanud.

Uuemal ajal on isegi andmeid saadud ja abinõusid leitud, mille varal võimalik oli geoloogiliste aegade vanadust aastate järele hinnata. Üks nendest on radivaktiivsusest tekkinud heeliumi rohkus mõningates kihtides. Siis oli võimalik aegasid määrata järvepõhjad el kevadistest ja suvistest vetest tekkinud, värviliselt lahkuminevaid sadekordasid arvestades. Ka annavad võimaluse aega hinnata koskede kaljuseinadesse söömise edukus j. m. m. Kõik need hindamised on selgeks teinud, et geoloogilistel vanadusmääramistel tuleb arveid teha isegi aasta miljonitega, kümnemiljonitega ja sajamiljonitega.

Tervet aega maakera kooriksünnitusest meie ajani jagatakse kõige pealt neljaks suureks aegkonnaks:

- 1) **Ürgaegkond** ehk **archaikum**,
- 2) **Vana aegkond** ehk **paläozoikum**,
- 3) **Kesk aegkond** ehk **mesozoikum** ja
- 4) **Uus aegkond** ehk **känozoikum**.

Iga aegkond langeb üksikuteks **ajajärkudeks** ehk **perioodideks**, need jagatakse **aegadeks** ehk **epochideks**. Igale aegkonnale vastab **ladeskond**, ajajärgule — **ladestussüsteem** ehk **formatsioon**, ajale **lademik** ehk **etaash**, mis veel **üksiklademeteks**, **lasudeks** ja **kihtideks** võib jaguneda.

## Ürgaegkond ehk archaikum.

See ladeskond on üles ehitatud kristalliinsetest rüngastõukividest, millistes ülekaalus esinevad gneisid ja kristalliinsed kildkivid — vilgukildkivi ja ürg-savikildkivi. Peale selle leiduvad rüngastõugudest veel rikkalikult raudkivi, süeniit ja dioriit, edasi kristalliiniline lubi, kvartsiit (tihesõmerline ränikivi), kloriit ja küüne-kildkivi ning gneisidele lähidane granuliit (helevärviline, hästi kordline, granaatline). Ülekaalus esineva kivitõu põhjal tehtakse vahet ürgladeskonnas **ürg-gneisformatsiooni** ja **ürg-kildkiviformatsiooni** vahel. Ürgladeskonna kihte ei leita hariliselt mitte omas algloomulises kaalolekus ja nende tektoonilised suhted on ülikeerulised.

**Juhtkivistusi** pole nendes leitud ja kaheldi, et nende tekkimisaegadel üleüldse orgaaniline elu maakera peal aset leidis. Uuemal ajal on mõned teadlased võimaliku leidnud olevat mainitud küsimuses jaatavalt esineda.

**Geograafiline esinevus** on ürgladeskonnal, erildi gneisil õige laialdane. Meile kõige lähemal asuvad Soome ja Skan-

dinaavia raudkivilasud. Saksamaal oleks kuulsaate gneis-aladena nimetada — Malmkivi mägestik (Erzgebirge), Mändmägestik (Fichtelgebirge), Kyffhäuser, Hiiglamägestik (Riesengebirge), Böömi-mets, Baieri-mets, Spessart, Odenwald ja Vogeesid. Laialdased gneismassid leiduvad Kesk-Alpides.

**Tarbemineraalid ja metallkivid** leiduvad ürgladeskonna formatsioonides ülirohkel määral. Esimestest oleks kõige pealt nimetada kristalliiniline lubi ja marmor. Neid murtakse arvurikastes murdudes ja nad sisaldavad rikkalikult granaate, turmaline, epidoot (vesinikku sisaldav Ca ja Al või Fe silikaat) j. m. Grafiitlasusid leidub Rootsis, Uraalis ja Austrias.

Metallkivide poolest on esimeses järjekorras nimetada määratutes lademetes magneetrauakivi, vasepüriit, tsinktuhmik, tinaläige, arseenpüriit, lausa kuld ränisse asetunult ja lausa hõbe. Malmkivi mägestik on oma nime saanud just metallkivide rikkusest. Ka teemantide, rubiinide, safiiride, smaragdide jne. alg-asetuskohaks tuleb lugeda ürg-mägitõugusid, kuid nad on enamasti sealt ladetõugudesse ümber asetatud.

## Vana aegkond ehk paläozoikum.

Hiigla aegade jooksul tegi vesi murendustööd ja tekitas ürgkivi ainetest rusuhunnikuid ja uusi kihte. Sündisid näit. hallvakid (Grauwacke, — keskmisest sõredusest räni- ja kildkivide konglomeraat tumehalli ränikas-savika sideainega), savi kildkivid, liivakivid, teistkordse murenemise konglomeraadid jne. Tihti rikuti mainitud vana aegkonna sadetõugude ladestus kortsprotsesside ja vulkaaniliste läbimurrangute mõjul, mille juures neid raudkivide-, diabasside-, porfiiride- ja melafüüride lasudega läbi põimiti. Iialgi ei leidu kõik kihid kohakuti üksteise peal.

Selleaegne kliima oli arvatavasti ühetasaselt mahe, nagu seda loomastiku ja taimestiku ühetaolsusest võib järeldada. Kahe varema formatsiooni sadestused on peaaegu erandita merilised. Alles devooni lõpupoole tekivad mannermaad, mille pinnal kiudsoonelised eostaimed arenevad. Teravam vahe maa ja mere, meriliste ja maisete sadestuste vahel ilmestub alles kivisöe ajajärgul.

Paläozoi aegkond annab meile esimesed kindlasti tunnustatud loom- ja taimjäänused kivistuste näol. Need lähevad, arusaadavalt, praegustest orgaanilistest vormidest üsna suurelt lahku. Taimeriigis leiame merivetikaid, hiigla kiudsoon-eostaimi ja pärastpoole okaspuid; loomariigis leiame algloomi, korallid, okasnahkseid, limulisi, lüliljalgseid ja esimesi selgoolisi.

Terve ladeskond jaguneb järgmisteks formatsioonideks:

1) Kambriumi formatsioon (Cambria, endine nimetus Wales'i maakonnale);

2) Siluuri formatsioon\*) (Siluurid, endine Kelti suguharu Wales'ist kirde pool);

3) Devooni formatsioon (Devooni krahvkond Inglismaal);

4) Karbooni formatsioon (kivisöe);

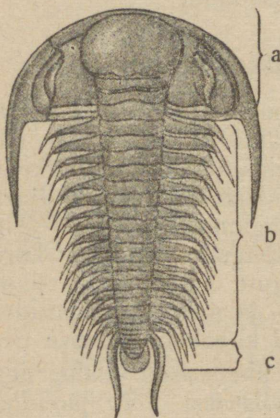
5) Permi formatsioon (Permi kuberm. Venemaal suurelt esitatud); ta kaheksjagamise pärast ka „dyas“ nime all tuntud.

a) Puna-lasuv (punasevärviline);

b) Tööstukivi (Zechstein — kivi, mille kallal mäemeestel tuleb töötada).

### Paläozoikumi loomastik.

Kambriumi ja siluuri loomastikus paistavad iseäranis silma nii liigi- kui ka arvurikkuse poolest **trilobiidid** (kolmelapilised kooriklased), umbes praeguste mollukvähkloomadega võrreldavad. Kõik umbes 1300 siitsaadik kindlakstehtud liiki on selle läbi tunnustud, et nende keha jaguneb rindpeaks, keskkehaks ja sabaosaks. Pea koostub mitmest osast, millistest keskmine (glabella) iseäranis tugevalt on arenenud. Leidub liitsilmalisi, lihtsilmalisi ja silmituid liike. Viimasest asjaolust järeldatakse, et need kas suurtes sügavustes või pori sees elutsesid, kus neil valguse puudumisel silmad tähtsust ei omanud. Poolsõõritaolise peakilbi pikendus arenes tihti okaste ehk sarvede näol, samuti kehalülide kilpotsad. Kilbitut alumist kehaosa võisid nad kerasse tõmbudes kaitseks. Kindlasti on teada, et nad jalgade poolest rikkad olid ja tihti kesta ajasid. Kivisöe ajajärgul nad kadusid täiesti.



Kujut. nr. 43.

Trilobiit *Paradoxides bohemicus*.  $\frac{1}{2}$  loom. suurust.

a) rindpea; b) keskkeha; c) saba.

des ja liivakivides ning samasuguseid glaukoniit-liivakivis ja glaukoniit-lubjas peetakse juurjalgsede jäänusteks; täiesti kindlaks tehtud on suuremal arvul ja liikide määral foraminifeerid ja radiolaarid alles kivisöe ajajärgul.

**Graptoliitideks\*\*)** nimetatakse siluuris elutsev tsölenteraatide (õõsloomad) salkkond, mis järgmiste tunnuste poolest erineb.

\*) Mõned geoloogid loevad vanemat siluuri iseseisvaks ordoviitsiumi formatsiooniks.

\*\*\*) Graphein — kirjutama, lithos = kivi.

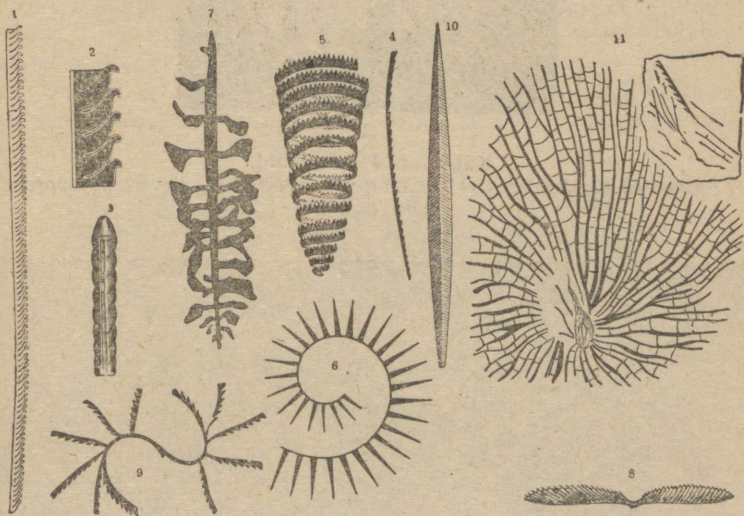
Suur hulk väikseid üksikloomi, kellest igaüks omast kehast hitiini eraldas, on üksteisega seotud kanaali läbi, mis lihtne, harunev, sirge, kõver või spiraalselt keerus võib olla. Nende sugulus teiste oõsloomadega on veel tume. Nad kaovad siluuri lõpupoole.

Graptoliitidega ja ränikäsnaalistega ühes tulevad suuremal hulgal ette ka teised tsölenteraadid ja nimelt rünkaid rajajad **korallid**. Et nende loomade kehaosad tugeva väliskeleti läbi on kaitstud, siis on nad oma tervikutes meile hästi alles hoidunud. Ülekaal on lubikest-korallidel; devoonis arenevad nad jõudsasti.

Huvitavad oma võrkliste, haruliste või oksliste koloniide läbi on ka mikroskoopiliselt väikesed **brüozoid** ehk sammal-



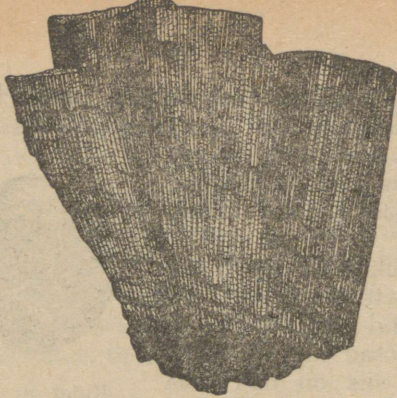
Kujut. nr. 44.  
*Illaeus insignis*  
kerasse tõmbunult.



Kujut. nr. 45. Siluuri graptoliidid.

- 1, 2 ja 3) *Monograptus priodon*; 4) *M. Niisoni*; 5) *M. Turriculatus*;  
6) *Rastrites Linnei*; 7) *Diplograptus*; 8) *Didymograptus pennatulus*;  
9) *Coenograptus gracilis*; 10) *Retiolites Geinitzianus*; 11) *Dictyonema retiforme*.

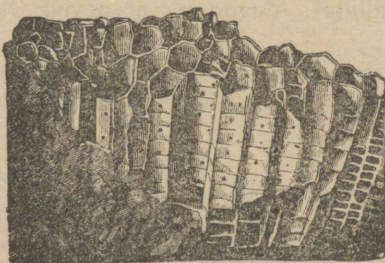
loomakesed, kes oma püünisharukestega polüüploomi või ussikesi meelde tuletavad, mõne teise tunnuse poolest limuliste tüübi poole kalduvad, uuemal ajal aga iseseisvalt on asetatud. Iseäranis Kukruse põlevkivi tumedal foonil paistavad nad hästi silma.



1



2



3

Kujut. nr. 46. Korallid.

*Favosites Gotlandicus* (1); *Chaetetes radians* (2) ja *Syringopora cancellata* (3).



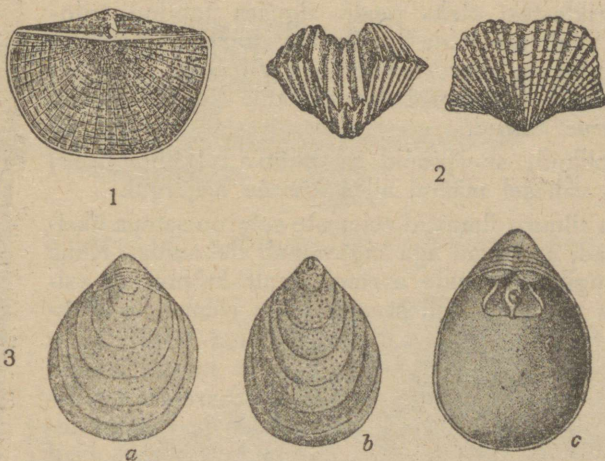
Kujut. nr. 47. Sammalloomakeste koloniid Eesti põlevkivis.  
(H. v. Winkleri järele.)

**Echinodermid** (okasnahksed) esinevad siluuris iseäranis meriliiliate ehk krinoiidide näol, nende kõrval leidub ka merisiile ja meritähti. Enamjagu meriliiliatest koostuvad kroonist, tupest ja varrest. Tupes, kilbistatud karbis, asuvad looma peaelundid. Sellest harunevad ka lubikilpsed püünisharud, millistesse isegi mitmed tähtsamad elundid (veresooneid, ergulõngad jne.) osasid juhivad. Varrest läbi käib toitkanaal, peale selle kinnitub ta varre abil mere porisse. Varretud liigid ujuvad vabalt meres ringi. Kuna lülid pärast looma surma ühest lagunevad, siis tekivad nendest murdosadest mõnikord terved lasud.

Iseäranis liigirikast seltsi esitavad limuliste lähedalt sugulased **brachiopoodid** (käsijalg-  
sed, ka käsilõpuslisteks nimetatud). Kambriumis väheselt esitatud, arenevad nad siluuris ja devoonis ülijõudsasti (umbes 4000 liiki) ja hävinevad siis ruttu. Nende karbid on lahk-  
võrdvlestsed, kus juures need mitte limuliste moodi serviti ei asendu, vaid üks allpool, teine peal. Suure-  
mast karbi poolest tungib väljapoole lihane vars, mille abil



Kujut. nr. 48.  
Meriliila *Cyathorcinus ramosus*.



Kujut. nr. 49.  
Brachiopoodid: 1) *Leptaena sericea*; 2) *Orthis lynx*;  
3) *Siphonotreta unguiculata*. Kõik kolm ka meil.

loom veealuste "asjade külge kinnitub. Tähtis meile Eestis on brachiopood *Obolus Apollinis*, mille karpidest ehk selle purust meie kambriumi pealisosas nõndanimetatud obolusliiva-

kivi lasu on tekkinud, mida uemal ajal Eesti fosforiidi nime all vosvorhapu põlluväetisaineks kasutatakse.

Paläozoikumini brachiopoodidest paistab Permi formatsioonil silma *Productus*.

Veel laialdasemalt leidub cephalopoodid ehk peajalgseid, — limuliste klass, mille kivistusi hariliselt ortotseratiitideks nimetatakse. Ainult Nautiliide (cephalopoodide selts) elutses seekord 1800, kuna neist praegu ainult 6 liiki tuntakse.



Kujut. nr. 50.  
Brachiopood *Obolus Apollinis*.

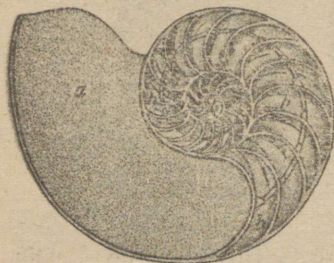
Praegusel ajal elutseva *Nautilus Pompilius* läbilõikes reastub rida kambrikesi, mis kummitud vaheseinte läbi on eraldatud. *Nautilus* elutseb eelmises — kõige suuremas kambris, tagapoolsetes on ta vastavalt kasvamisele järk-järgult elutsenud, nüüd on need õhuga täidetud. Kesk vaheseinu leiduvad avangud, mille läbi siifoniks nimetatud toru käib. See ühendab looma viimse kambri ja sisaldab verisooni. Vist aga sisaldas endiste elukate siifon, mis hästi avaram on, ka muid sisikonna osasid.

Kooriklastest oleks peale alguses toodud trilobiitide veel nimetada pisikesed karpvähjad ehk ostrakoodid ja merostomaadid. Viimastest huvitab meid ainult Saaremaal Rootsi küla juures leiduv *Eurypterus fischeri*.

Ämblikud, skorpionid ja putukad (kiilitaolised) ilmuvad vähesel määral alles kivisöe ajajärgul.

Juba siluuris ilmuvad esimeste selgroolastena üksikud kalad, arenevad aga tugevamalt devoonis. Kuna nende tugikavas luude asemel ainult krõmpsluu esines, siis on meile sellest puuduliku jäänusena alles-

hoidunud ainult hambad ja luused okkad (meil Saaremaa pealiskihitides ja Petseri devooni lademetes). Nad on enamasti haikalade taolised **Selachiad**; edasi leidub tuura sugulasi, kellel luukilpide asemel olid rombiline, läikiva vaabaga kaetud soomused



Kujut. nr. 51.  
*Nautilus Pompilius*.

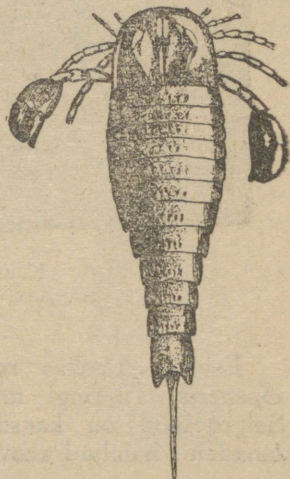


Kuj. nr. 52.  
Cephalopood  
*Lituites lituus*.

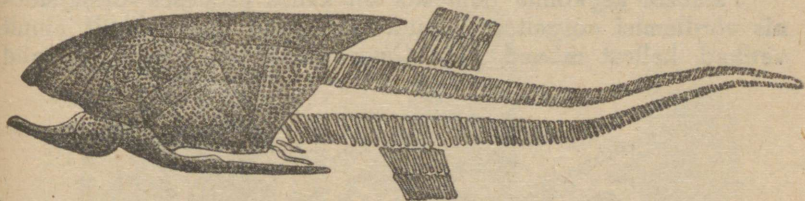
(Vaapsoomuslased). Mõned luukere osad on juba luustunud; saba-uim lahkvõrdvulpiline nagu praegustel tuura- ja haikaladel.

Iseäralised loomad on nõndanimetatud soomuspeakalad. Nende eelpoolne kehaosa on ebamääraselt suur ja luuplaatidega kaetud, kidur tagakeha hariliselt soomusteta. Enam vist küll nad roomasid merepõhjal, kui et nad ujuda jaksasid.

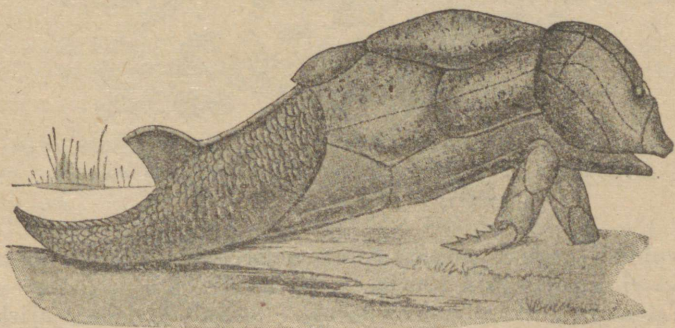
Esimeste, osalt õhku hingavate loomadena ilmuvad karboonis ja permis kahepaikselt elavad Stegocephalid (Lagipealuulised). Mõned nendest võrduvad suuruse ja vormi poolest hariliste salamandritele, teised sisalikkudele. *Archegosaurus* (v. tahv. V, nr. 2), paläozoi merikalade ainuke suurem hirmutis, sarnastub väikesele krokodillile. Nendel loomadel oli kolmenurkline pea, lühikesed küljeluud (konnad) ja katuksekivi korras asetatud kõhusoomuksed. Stegocephalid on vist sisalikkude esivanemad.



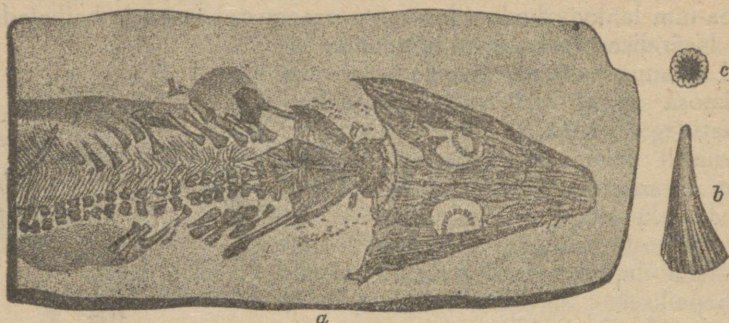
Kujut. nr. 53.  
*Eurypterus fischeri.*



Kujut. nr. 54. Vaapsoomuslane *Coccosteus decipiens.*



Kujut. nr. 55. Soomuspeakala *Pterichthys.*



Kujut. nr. 56. Archegosaurus.  
a, jäänused; b, hammas; c, hammas ristlõikes.

Esimese täielise roomajana olgu nimetatud *Protosaurus Spenerie*, Tüüringi metsa vasekildkivis, krokodillide esiisana. Selgroolülid on kaksikõõnsad ja sellepoolest sarnased kala omadele; hambad asuvad juba lõualuu sopides.

### Paläozoikumi taimestik.

Paläozoi aegkonna taimestik on kahes esimeses formatsioonis võrdlemisi nõrgalt arenenud. Leiduvad peaaesjalikult ainult vetikad. kellest mõned, näit. *Gleocapsomorpha prisca* koloniid



Kujut. nr. 57. Vetika *Gleocapsomorpha prisca* koloniid.  
Suurend. Zaleski järele 1:100.

nii rohkel määral arenesid, et neist muude seas ka meie põlevkivi lasud võisid tõusta.

Taimestiku rikkalikum arenemine langeb kivisöe ajajärku ja nimelt tulevad enamuses kõrgemad, nõndanimetatud kiudsoonelised eostaimed arvele. Nad sünnitasid arvurikkaid laial-

dasi soo-metsmaastikka või ümbritsesid järvede kaldaid (v. tahv. V). Ühetasane kliima, mis ühegi kalduvusega külma poole, ja suur õhuniiskus olid edukad selleaegse taimestikule.

Kalamiidid (k. nr. 58—60) on sarnased meie osjadele. Neil on pikki triibuline, lüliline ja seest õõnes tüvi, mis kunni 12 m pikaks kasvas. Lehed asusid männas ja siginemisosal otsmises peas.



K. nr. 58.  
*Archaeocalamites radiatus* tüve tükk.



K. nr. 59.  
*Annularia*.



K. nr. 60.  
*Sphenophyllum*.



K. nr. 61.  
*Sphenopteris obtusiloba*.



K. nr. 62.  
*Pecopteris dentata*.

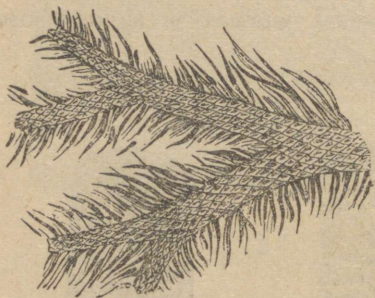


K. nr. 63.  
*Neuropteris flexuosa*.

Sõnajalalised (k. nr. 61—63) arenesid puude sarnaselt, nagu see praegu troopika maadel sünnib. Tüvi oli täiesti puitunud.

Kõige tähtsamad kiudsoonelised eostaimed aga olid hiigla kollad — sigilaariad ja lepidodendronid (k. nr. 64). Just viimased on iseäranis iseloomustavad selleaegsete soo-metsmaastikkudele. Oma puuaine rikkuse läbi said nad kõige tähtsamateks kivisöelasude kasvatajateks. Mõlema vormi laiast okslised, korduvalt harunejad juured nimetatakse stigmaariateks

ja olid tarvilised, et mitte soose pinna sisse vajuda. Iseäraline kollade tunnus on mahamurdunud lehtede armid, mis kunni 40 m pikuseid tüvesid katavad. Vähem arm suure keskel esitab kiudsoonte ülemineku kohta tüvest lehe rootsu.



Kujut. nr. 64. *Lepidodendron* (kollad).

meritaimed (vetikad). Kivisöe lasud võisid tekkida kahel tingimisel, kas taimedest, mis otse koha peal kasvasid, või taimedest ja nende jää-

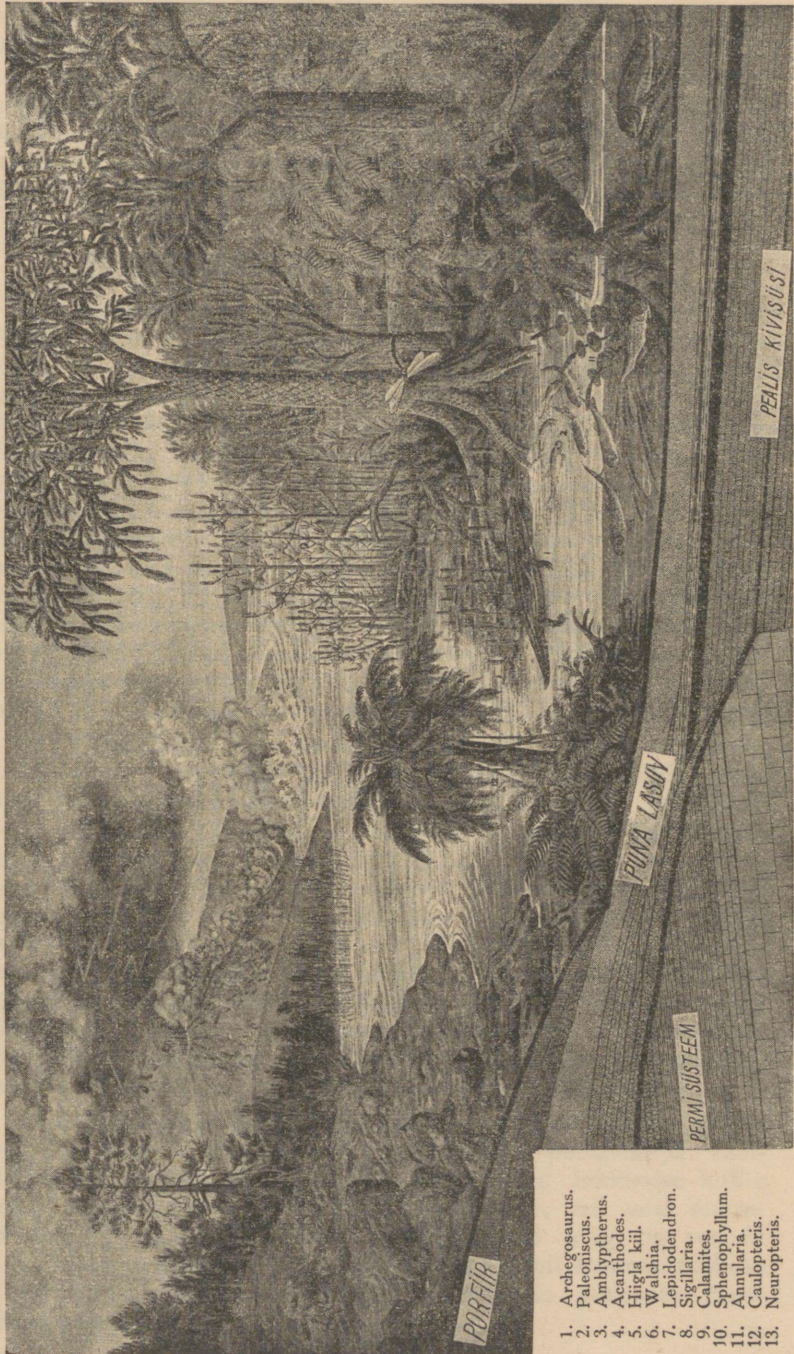
nustest, mis kuhugi lasusse kokku uhuti. Esimene viis on nähtavasti harilisem. Söed on nendes puhtamad, lasud ühtlased, lehtkude paremini alleshoidunud ja stigmaariad ajavad igas sihis harusid. Kui aga suured jõed\*) tüvesid, oksi ja lehti liiva ja kruusaga ühes edasi saatsid ja neid mõne järve või merelahe põhja matsid, siis ei või nende kirjult segamini visatud masside juures ei söe puhtusest ega mingisugusest korrast juttu olla. Nii mõnedki kivisöe lasud annavad niisugusest protsessist head pilti. Mõlemal juhusel maeti lasudes taimejäänused lõpuks pori ja liivalade-

Kahtlemata esitas kivisöe ajajärgu maastik rikast ja lopsakat, kuid siiski üksluist taimestikku. Liikide arv on tühine meieaegse taimestiku liikide rohkuse kõrval. Kooluvad ometi 90% kõigist praegustest taimedest kaheiduleheliste hulka, mis siis veel täiesti puudusid. Kivisöe kihtide tekitamisest võtsid osa ainult soo-maismaataimed eelmiselt toodud salkondadest, mitte aga



Kujut. nr. 65. *Lepidodendron Sternbergi* tüvetükk.

\*) Ob ja Jenisei Siberis ning Mississipi P.-Ameerikas teevad seda praegugi.



1. Archeosaurus.
2. Paleoniscus.
3. Amblypterus.
4. Acanthodes.
5. Hügla kiil.
6. Watchia.
7. Lepidodendron.
8. Sigillaria.
9. Calamites.
10. Sphenophyllum.
11. Annularia.
12. Caulopteris.
13. Neuropteris.



mete alla, sest ainult nii valmisesid söestumise tähtsamad eeltingimised — õhu eraldus ja suur surve.

Kivisöe ajajärgul ilmusid ka esimesed okaspuud ja nimetamise väärt on üks meie toakuuse *Araucaria excelsa* sugulane *Walchia piniformes*. Oksraad harunevad kahetahuliselt, okkad on kolmekandilised ja spiraalselt korraldatud. Süsinemata, kuid räni läbi kivistunud araukaaria tüvesid leidub Chemnitzi lähedal.

## Paläozoikumi kihistused ja tarbemineraalid.

a. **Plutoonilised tõud.** Isäranis muudatusrikkaks peetakse kivisöe ajajärku. Hiigla kortssünnitused kuhjavad juba archaikumis ja varem asunud paläozoikumis tekkinud kihtisid mägestikukedesse. Raudkivimassid tungivad lakoliitide näol ülesse (Malmmägestik, Tüüringi). Tõusevad Ardennid, Rheini kildkivi mägestik, Taunus, Odenvald, Schwarzwald, Vogesid, Fichtelgebirge, Frankenwald ja Harz ning Malmmägestik — lühidalt terve Kesk- ja Lääne-Euroopa Keskmägestik. Nad kõik tõsteti umbes praeguste Alpide kõrguseni, ja kui nad tänapäev nudisemalt ning madalamad paistavad, siis teame ka, mis selle põhjuseks oli. Et nende mägisünnitus protsessidega käsikäes käisid ka ülelökkamised ja visked, seda näitavad iseäranis selgesti kivisöelasud Aachenis ja Zwickaus. Punalasuvast valguvad hiigla laavamassid (porfiir, melafiir, pigikivi, vulkaanilised tuffid) üle Tüüringi ja Sakseni (Rochlitz, Grimma, Meissen).

b. **Sadetõud.** Vanemad formatsioonid — kambrium, siluur ja devoon — koostuvad savi-, kvartsiit- ja kloriit-kildkividest ning hallvakkidest. Edasi esinevad rohkel määral lubjalasud ning liivakivid. Viimases peituvad ka meie fosforiitlasud, mille võitmine meil Eestis Ülgastel, 30 km Tallinnast, üsna mäetööstuslikel viisil edeneb. Kivisütt ja antratsiiti leidub isegi devoonis, samuti juurduvad Pensilvaania suured kiviõli allikad devoonis. Meil Eestis on ainult Hiiumaal paarisaja liitriline pesa naftat leitud, kuna Kokskäri saarel kasutamata gaasi allikas kümnekond aastaid keeb. Nimetada on veel põlevkivi mäetööstuslikel võitmine Kohtlas ja Vanamõisas. Süsiliivakivi, süsikildkivi, süsilubjad ja süsilasud, mille lisaks tulevad hallvakid ja savikildkivi, iseloomustavad karbonformatsiooni.

Punalasuva kihid koostuvad konglomeraatidest, punastest savikatest liivakividest, punase ja punasekirju savikildkividest ja sideainest. Nende sadekihtide tekkimise kohta Saksamaal arvatakse, et vihmasele perioodile, mil vesi suurepäralist uht- ja masendustööd jätkates suuri prügi ja rusude virnasid orgu toimetas, järgnes kõrbekliima, mil kuumad päikesekiired vettsisaldava pruunrauakivi vesivabaks punaseks rauakiviks moonutasid.

Tööstukivi formatsioon sisaldab neidsamu mägitõuge, mis punalasuvas sisaldab, nende juurde seltsivad aga veel tööstukivid (Zechstein), — hall lubjakivi ja vasekildkivi, Mansfeldi vasekildkivi (bituumi sisaldav, metallide ja kalajäänuste poolest rikas mergelkildkivi), edasi gips, kivisool ja kaalisoolad. Nende kihtide tekkimise kohta on olemas järgmine vaade. Punalasuva aja lõpul teostus Kesk-Saksamaal pinna vajumine. Ida- ja Lõuna-Euroopa poolt tungis meri peale magedavee kaladele ja teistele elukatele hävitust tuues. Sadestus õhukestes kordades eelpool mainitud vaskesisaldav mergelkildkivi ja nimelt tööstukivi, selle juures algavad korallid elavat tegevust. Sellele järgnes tööstukivi-mere sulgumine suurt Permi ulgumerd vastu, mis oma tagajärjeks tõi sisimereks muutunud osa kuivamise ühes gipsi, kivisoola ja kaalisoolade sadestamisega (võrdle „Miner. käsir.“). Tihti murti paläozoi sadestused läbi vulkaaniliste masside põolt. Siluuris ja devoonis, isegi kambriumis laiutasid end merepõhjas diabassid (Nassau, Westfaal, Vogtland, Fichtelgebirge).

c. Metallkivid. Juba kõige vanemates paläozoi kihistustes leitakse lausa hõbedat ja vaske, viimast kunni 15.000 tsentneri kaaluvates tükkides. Siluuris leidub raua-, tina- (meil Pillistvere ümbruses), tsingi- (tsinktuhmik ja galmei) ja hõbeda-kiva (Andreasberg). Karboonis on peale mainitud savirauakivi (Inglismaal ja Westfaalis) ka tina- ja tsingikivid nimetamise väärt. Punalasuvas on eriti rikas mangaankivide poolest (Tüüringi mets ja Harz), vähem tähtsust on elavhõbe kivil. Terve rida vase- ja hõbekiva leidub tööstukivis (Mansfeld, Richelsdorf ja Ilmenau).

**Geograafiline ulatus.** Eestimaa alust esitavad just paläozoi aegkonna vanemad formatsioonid, kambrium, siluur ja devoon ning nende all lasuvad archaikumi tõud. Et nendest kihistustest täielisemat ülevaadet luua, on järgnevalt toodud eritabel Eestimaa kihistusrünkast H. v. Winkleri järele. Kõige õhematest korrakestest kunni 160 m paksuseni tõusvatest jääaja ning uhtmaa sünnitustest tuleb vastavas peatükis juttu teha.

Mujal maailmas laotuvad kõige vanemad paläozoikumid kihistused iseäranis Skandinaavias ja Böömimaal. Devoonmaastikutest oleks Saksamaa piirides nimetada Rheini kildkivi mägestik, edasi Sileesia ja Ida-Alpid, Prantsusmaal ja Belgias Rheini kildkivi mägestiku jätk ning Inglismaal Cornwall ja Lõuna-Devonshire. Venemaal katavad vanemad paläozoikumid formatsioonid enam kui 7000 □-penik. ja ka Ameerikas kuuluvad nende alla laialdased maaalad.

Kivisöe lademetega kaalsihiline ulatus on vahelduv. Westfaali lasudest on mitmete pind 500—550 □-km, üksikud lasusalkonnad omavad kunni 1600 □-km pinda. Kivisüsa sisaldavate

kihtide kogupaksust hinnatakse 5000 kunni 7000 m. peale, üksikute lasude paksust kunni 5 m peale. Kivisöe tööstus ei vasta erimaadel mitte lasude ulatusele. Nii näit. arvatakse Hiinal kõige laiemad süsiväljad olevat, kuid süte saavutus on tühine. P.-Ameerika süsivälju hinnatakse umbes 500.000 □-km peale ja tööstus tõuseb nendel 260.000.000 tonnini aastas, kuna Inglismaa omalt umbes 23.000 □-km mõõtvalt süsiväljade pinnalt 230.000.000 tonni saavutab.

## Kesk-aegkond ehk mesozoikum.

See aegkond jaguneb kolmeks ajajärguks:

1) Trias (= kolmosane, nimelt — kirju liivakivi, karplubi ja keuper);

2) Juura (mustjuura ehk lyas — tõmmud kildkivid ja lubjad, pruun juura ehk dogger — rauakad liivakivid, valge juura ehk malm — heledad lubjad);

3) Kriit (alus- ja pealis-kriit).

Üleminek vanast aegkonnast kesk-aegkonda on üli keeruline ja annab palju mõistatusi. On nimelt kindlaks tehtud, et lõunapoolsel poolkeral Permi ajajärguga algas nõndanimetatud Permi jääaeg, mis L.-Aafrika, mõlemad Indiad, suure osa Austraaliast ja isegi L.-Amerika tipu \*) jääliugustikkude läbi kantud rusudega on katnud. Missugustel põhjustel see nii ekvaatori ligidane jääaeg valitsema peases, kuna sellel ajal P.-Euroopas soe kliima püsis, oli teadlastel tänini niisama mõistatuslik, nagu pärastine P.-Euroopa kvartäärne jääaeg.\*\*\*) Mõned teadlased julgevad ainult ülikõrgeid mägestikka oletada, kuid see ei ole jäätegevusest tekkinud gondvana kihtide paksusega (6000 m) kokkukõlas. Kui kaua see jääaeg kestis, on kalõpulikult kindlaksmääramata. Ülemistes gondvana kihtides on pealisjuura\*\*\*) merisadestus korrakesi märgatud. Gondvana kihtide ühistunnuseks peetakse iseäraliste sõnajalade *Glossopteris*, ja *Gangamopteris* jäänusi, mille sarnaseid kivisöe ajajärgul ei leidunud ja milliseid alles vast uemal ajal Alpide lähedastes pealmistes mesozoi ladestustes on märgatud. Kivisöe sõnajalalisi, kalamite, sigilaariaid ja lepidodendrone gondvana kihtides pole märgatud.

Kivilooliselt on mesozoi ladeskonnas ülekaalus lubja- ning liivakivid ja savid, vähemuses — hallvakid ja kildkivid. Vulkanilist tegevust pole palju märgata.

Meri ja maa vaheldusid ka sellel aegkonnal. Triase ajajärgul püsis Euroopa sisemaadel madalranna maastik vaheldu-

\*) Neumayr, vene keelne väljaanne II. j. lhk. 182.

\*\*\*) Neumayr, v. v. II. j. lhk. 182 all. —

\*\*\*\*) Neumayr, v. v. II. j. lhk. 179.

valt madalate meredega, või, nagu see mainitud ajajärgu lõpu-  
poole kujunes, — pind kattus suuremate väljavooluta sisejärve-  
dega. Ainult praeguste Alpide valdkonnal oli sügavam meri.

Triasalade üleujutus mujal Euroopas teostus juura ajajärgul.  
Arvatavasti maeti terve Saksamaa ja suur osa Inglise ja Prant-  
suse maadest mere alla. Ka kriidi ajajärgul on merisadestused  
ülekaalus, selle kõrval leidub ka maisamaa ja brakvete (jõgi-  
suudel mereveega segatud jõevesi) lademeid.

### Mesozoikumi taimestik.

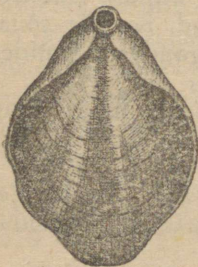
Mesozoi aegkonna, taimestik ei tõmba suurt lähelpanu oma  
peale. Kivisöe ajajärgu taimestik on aset annud teistele eos-  
taimede esitajatele. Okaspuud arenevad edukamalt. Ilmuvad  
poolpalmid, saagopalmid, kaheidulehelised ja lehtpuud, mille  
läbi taimestik mitmekesisemaks muutub.

### Mesozoikumi loomastik. (v. tahv. VI).

Loomastikust üldjoontes rääkides tuleb tähendada järgmist.  
Algloomadest arenevad iseäranis jõudsalt juura ajajärgus for-  
aminifeerid, ja nimelt nii suurepäraliselt, nagu millalgi varem.  
Kuid ka käsnad ja korallid, (tahv. VI, 20 ja 21) esinevad suur-  
tes hulkades — nimelt lubi ja ränikäsnad (sarvkäsnasi pole veel  
leitud). Okasnahksetest tuleb tähendada pentakriinide



Kujut. nr. 66.  
*Cidaris propinqua.*



Kujut. nr. 67.  
*Terebratulula vulgaris.*

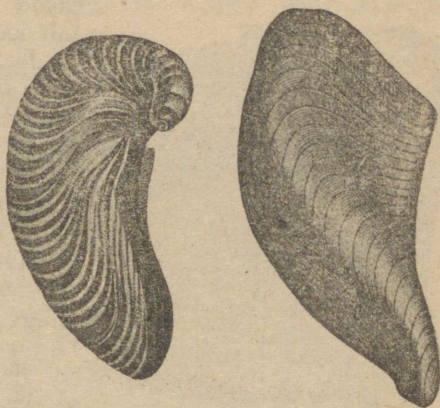
ja merisiilide (v. tahv. VI 18 ja 19)  
peale. Kuigi krinoidid liigiarvu poolest  
on kaotanud, siis on üksikloomade hulk  
kasvamas. Kui suureks pentakriinid või-  
vad kasvada, näitab üks Shwaabi mail  
ülesleitud eksemplar, mis 1 m läbimõõdu  
juures 17 m pikkust omas. Juura for-  
matsiooni merisiilidel on 20 plaatrida ja  
on nad muidu praegustele vormidele sar-  
nased (v. kujut. nr. 66).

Brachiopoodid (limuliste ligidased)  
on liigiarvu poolest märksa tagasi läinud,  
ainult *Terebratulula vulgaris* äratav tähel-  
panu hulgalise ilmumise läbi. Karplimu-  
liste ja tigude arv on kasvamas; mitmed  
liigid on juhtkivistuste tähtsuse omanda-  
nud, näit., *Gryphaea arcuata*, mis austri-  
tele ligidal seisab, *Gervillia socialis* karp-  
lubjas jne. Nautiiluste moodi spiraalselt  
keerus on devoonis esinema alganud,  
ammoniidid (v. tahv, VI. 10) ja sarnas-  
tuvad esimestega veel mitmeski tunnuses.

Kitsas, enamasti lubjastunud siifon asub otse välisservas, kambri-keste vaheseinad on avangu sihis nõgusad. Määramise juures on tähtis välispinnal nähtav üksikute lülivahede siiruline piirjoon ehk õmblus.

Ammoniitide truid kaaslased on belemnii- did (v. tahv. VI, 11). Need on tintlased ja neil puudub väline kest, selle vastu omavad nad aga sisi-tugiluustiku. Kambri-keste poolest sarnastuvad nad ammoniitidega, ka siifon ei puudu. Sellest täiesti väljasurnud looma- tõust on meile alleshoi- dunud ainult luustik, kuigi ka Solnhofi kildkivides kehamuljeid leidub. Pikse- noolteks ja kuradi sõrme-

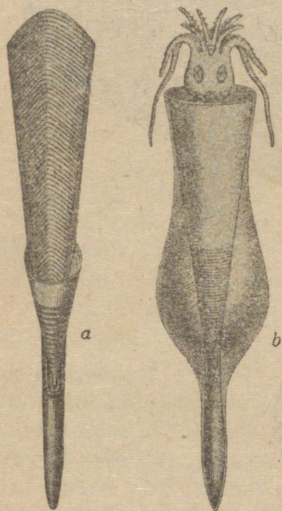
deks nimetatud kivistused on ainult luustiku tagumine osa, mille peale loomad end toetasid. Tugiluustik ise pole aga milgi tingimisel samane praeguste tintlaste selgosas peituva lubi- kilbiga. Sisikehas asuv lubikest koostus kolmest osast, kam- berline kest vaheseintega, tupp ja nokk (piksenool, harilisem jäänus, kunni 1 m pikk).



Kujut. nr. 68.

*Gryphaea arcuata.*

Kujut. nr. 69.

*Gervillia socialis.*

Kujut. nr. 70. Belemnii did.

Lüljalgsetest<sup>1</sup> ilmuvad üksikud vähjad, põrnikad, õige tihti ka kiilid (Solnhofis). Kaladest on triases ülekaal haikaladel, juura ajajärgul suureneb kalade arv, kelle sabalest on võrduvhõlmne. Alles kriidi aja- järgul ilmuvad esimesed luukalad, milliste hulka  $\frac{9}{10}$  kõigist praegustest kalaliikidest kuulub.

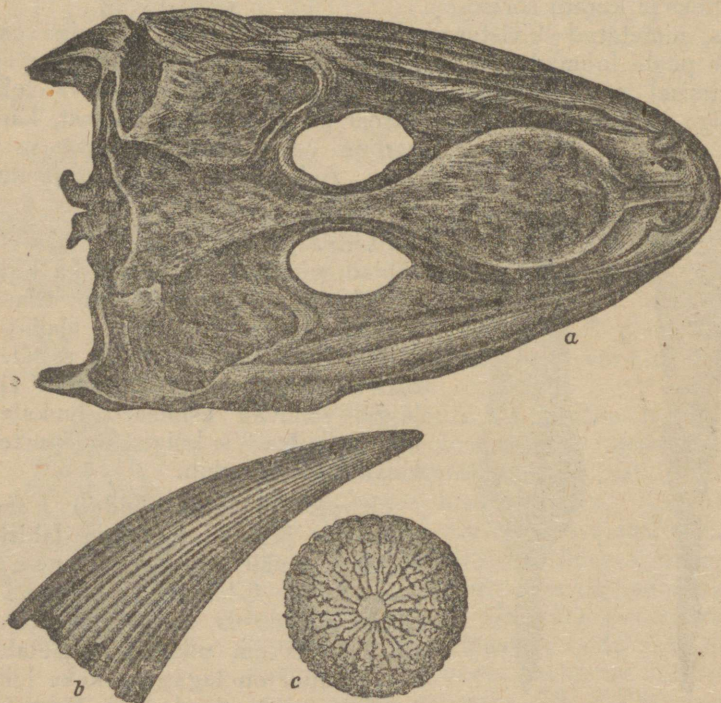
Kirjus liivakivis leidub kahe- paiksete jäänusi, iseäranis labirin- todonte, näit. Mastodonsau- rused ja Chirotheeriumid. *Mastodonsaurus Jaegeri* (v. kujut. nr. 72) 65 cm pikusel kolmetahu- sel pealuul on tagapool kaks lülis- tussarve, nagu need veel tänapäev kahepaiksete ja imetajate juures lei-

duvad. Labirintodontide nime on need loomad saanud oma hammaste labirindi taolisest sisiehitusest. Hamba (8 cm pikad) välispind on pikuti triibuline. Chirotheeriumidest on meile hiigla jäljed järele jäänud. Juuras üllatab kahepaiksete puudumine.



Kujut. nr. 71. Kiil.

Iseäralise ja iseloomustava ilme saab mesozoikumi loomastik arvurikastest sisaliku taolistest hiigla roomajatest, nõndanime- tatud saurustest, kelle kõige suu- rem ilmumine juura ajajärku lan- geb. Hiigla sisalikud valitsesid meredes ja kuival, isegi õhus (lendavad maod), v. tahv. VI. Kõige peast on nimetada Ich- thyosaurus (tihti Schwaabi ja Frankimaadel), hiigla meri- sisalik. Sellel 10 m pikal loomal oli umbes praeguste delfiinide kehakuju. (Vaata tahv. VI, nr. 5.)



Kujut. nr. 72. Mastodonsaurus Jaegeri pealuu ja hammas, viimane läbilõikes.

Suur pealuu pikenes ettepoole kitsaks lõugosaks ühe rea triibuliste hammastega. Silmad asusid märksa tagapool ja olid eriti suured, kael oli lühike ja tugev. Selgrootülid (umbes 150) olid kalade taoliselt kaksnõgusad. Seljas asus suurem kolmenurgeline uim nähtavasti tüüri mõttes, kuna neli plaadikestest sõuduimu ja kaks-hõlmeline sabalest edasiliikumist toetasid. Selle röövelsöödiku kivistunud väljahedetest võib tunda, et ta toiduks olid tintlased, kalad ja teised vesisisalikud.

Teistest suurel määral esinevatest saurustest oleks nimetada ülipika luigekaelaga väikse pealine *Plesiosaurus* (vaata tahv. VI, nr. 6) ja krokodili taoline *Teleosaurus*.

Maasisalikud olid suuremalt osalt krokodilide — iseäranis India gaviali sarnased. Ka nende selgrootülid olid kaksnõgusad. *Megalosaurus* oli 15 m pikk, *Iguanodon*, üks taimetoitlane, oli 9 m pikk ja omas püstitõustes 5 m kõrgust. Ameerikas leitakse hiiglamürakas *Brontosaurus* (v. tahv. VI, 3), kes oma 30 m pikaks kasvas. Vähemad sisalikud ja kilpkonnad sarnastusid mitmes tükis meieaegsetele.

Lendavatest sisalikudest on Solnhofi kildkivis iseäranis hästi allshoidunud 30 cm pikkune *Pterodactylus*. Oma ülipika neljanda sõrme abil vinnas ta nahkhiire tiibade sarnase lennupõõna kahele poole keha laiali. Sellel loomal olid teravad püünishambad nokataoliselt arenenud suuosas. Lendavaid sisa-



Kujut. nr. 73. *Ichthyosaurus*.

likka leidusid mõned, kelle tiibade ulatus laialilaotatud olekus üle 8 m tõusis.\*)

Lendavad sisalikud esitavad üleminekuastet roomajate ja lindude vahel. Esimene lindude esitaja juura ajajärgust on



Kujut. nr. 74. *Teleosaurus*.

*Archeopteryx* (v. tahv. VI, nr. 1). See, juba täiesti sulgisloom oli umbes tui suurune, väikese peaga ja ronijate jalgadega. Meie aegsetest lindudest läheb ta lahku sellepolest, et nokas leidusid hambad, selgrootülid kaksnõgusad ja saba sisalikutaoliselt pikk oli, mille külge 20 lülile vastavalt 20 paari saba-sulgi kahes reas olid asetatud.



Kujut. nr. 75. *Pterodactylus*.

Kahtlasi, imetajate loomade omadeks peetud puudulikka jäänusi (hambaid) on leitud juura ja kriidi ajajärgude kihistustest. Nende hulgas arvatakse olevat putuka-, liha- ja taimesööjaid.

\*) Neumayr V. k. v. II j. lhk. 330.

# Eestimaa kihistusringas.

Lademiikud	Üksiklademed	Lademetevärv, sisiehitus ja määramistunnused	Paksus meetrides	Üleüldine ulatuskond ja tüüpilised leiukohad
<b>Alluuvium</b>		Uhtmaa sünnitused jõgede suus ja järvedes: turbarabad, tuiskliivad. Ohukese kattekorrana (põllupind) P.-Eestis; künkad L.-Eestis (savipesad, liiv, kruus, raudkivid segamini).	0—168	Jaostub ebatasasel tervel maa-alal
<b>Diluuvium</b>				
<b>Neo-devon</b>	N <sub>2</sub> N <sub>1</sub>	Pealis-lade Alus-lade	4 6	Pihkva Irboska
<b>Meso-devon</b>	M <sub>2</sub> M <sub>1</sub>	Pealis-lade Alus-lade, Old Red	6 158+	Pihkva Tartu, Keskkeipsi joon kuni Pärnust lõun.
<b>Eo-devoon</b>				Puudub
<b>Neo-siluur</b>	K I H G <sub>3</sub> G <sub>2</sub> G <sub>1</sub>	Saaremaa pealis-kiht Saarem. aluskiht Estoonuse kiht Raiküla kiht Boreaalis-lasu Juuru kiht	? 30+ ? ? 5—6,5 6—8	Saaremaa Saaremaa ja põhjap. Pärnut Põhja-Eesti läänepoolne osa Põhja-Eesti lõunapoolne osa Põhja-Eesti keskosad; Haapsalu ja Pandivere ümbr. Põhja-Eesti lõunap. osa; Juuru, Häärgla
<b>Eo-siluur</b>	F <sub>2</sub> F <sub>1b</sub> F <sub>1a</sub> E D <sub>3</sub> D <sub>2</sub> D <sub>1</sub> C <sub>3</sub> C <sub>2</sub> C <sub>1b</sub> C <sub>1a</sub> B <sub>1b</sub> B <sub>1a</sub> B <sub>2</sub> B <sub>1</sub> A <sub>3</sub>	Porkuni kiht Lütkholmi pealis-kiht Lütkholmi alusk. Rakvere kiht Vasalema kiht Keila kiht Jõhvi kiht Idavere kiht Kukruse kiht Echinofariit-lubja kiht Pealis läätskiht Vaginaat-lubja k. Alus läätskiht Glaukoniit-lubi Glaukoniit-liiv Diktiograptus kildkivi Markasiitlasu	—4,5 —17 ? 2,5+ 2+ 5+ —9,1 0,001—12 —9 —1 1—4,8 —1 0,6—4,2 0,02 id.—5,5 lään. 0 id.—6,2 lään. —0,9	Põhja-Eesti lõunapoolne osa; Porkuni Põhja-Eesti keskosas; Roela, Voore P.-E. lõunap. osa; Saaremõis Põhja-Eesti; Rakvere, Rägavere, Põltsi Põhja-Eesti; Vasalema, Üksnurme, Padise Põhja-Eesti; Keila Põhja-Eesti; Jõhvi, Ulvi Põhja-Eesti; Idavere, Alrika Harku juures Põhja-Eesti põhjap. osa; Kukruse, Türpsalu, Varudi Põhja-Eesti põhjap. osa; Tallinn Põhja-Eesti loodep. osa; Tallinn Põhja-Eesti rannad Põhja-Eesti kirdepoolne osa; Ontika Põhja-Eesti rand; Tallinn Põhja-Eesti rand Põhja-Eesti põhjap. osa; Põhja-Eesti rand, Harku, Tallinn, Iru, Padase Põhja-Eesti rand; Baltiski poolsaar
<b>Neo-kambrium</b>	A <sub>2</sub>	Oboluslasu Obolusliivakivi	0—0,9 5—20	Põhja-Eesti rand paeseinas; Jägala, Piritla Põhja-Eesti paeservad ja selle läheduses
<b>Meso-kambrium</b>				Puudub
<b>Eo-kambrium</b>	A <sub>1d</sub> A <sub>1c</sub> A <sub>1b</sub> A <sub>1a</sub>	Fukooidliivakivi Eofütoonliivakivi Sinisavi Liivakivid ja konglomeraadid	—10,5 —9 —92 82—90	Põhja-Eesti paeservad, jõelõhestikud Põhja-Eesti; merepõhi Põhja-Eesti paesein; Kunda Maapõhja puuraukudest Tallinnas, Pärnus jne.
<b>Archaikum</b>		Gneisraudkivid, raudk., kildkivid		Puuraukudes saavutatud P.-Eestis Kõrges ja Tallinnas, avalik Kõrgessaar ja Soomes

W A N A A F E G K O N D





1. Archeopterix.
2. Allosaurus.
3. Brontosaurus.
4. Ramphornix.
5. Ichtyosaurus.
6. Plesiosaurus.
7. Teleosaurus.
8. Dapedius.
9. Hybodus.
10. Ammoniidid.
11. Belemniidid.
12. Glyphaea
13. Limulus

wähjad.

14. Pecten.

15. Nerinea.

16. Terebratula.

17. Rhynchonella.

18. Pentacrinus.

19. Cidaris.

20. Astrea.

21. Spongia.

**Juura maastik.**





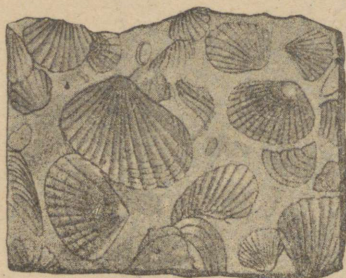
Kujut nr. 76. *Archeopteryx*.

### Mesozoikumi kihistused ja tarbemineraalid.

Trias formatsioon algab kirju liivakivisünnitustega. See on ühtlasteraline, heledam või punakam rauaühenduste läbi värvitud kivi, mis hästi kohane ehitusmaterjaliks (Heidelbergi loss). Mere ettenihkumiste tagajärjel on selle formatsiooni sisse tunginud kildkivi-, savi-, mergli-, gipsi- ja kivisoolalasud (Braunshveig, Hannover, Berchtesgaden). Tüsedad soolalasud kaasas käivate gipsilasudega peituvad karplubjas (Friedrichshall). See formatsioon on kivistuste poolest rikkam eelmisest. Myofooriate kõrval on krinoiidid ja terebratulad are-

nenud lasusid sünnitaval määral. Arvatakse, et need loomad lõunapoolt on sisse rännanud.

Keupris sadestuvad liivakivi, lubi, mergel, dolomiit, gips ja kivisool.



Kujut. nr. 77. *Myophoria costata*.

formatsiooni nimetus on ebakohaselt valitud, sest valge, muldne lubi, mida meie koolitahvlitel kriidina (Rüügeni saarelt) tarvitame, esitab ainult pisikest murdosa teiste mägitõugude — savide, merglite, mitmetseltsi hallide ja mustade lupjade ja roheliste liivakivide (glaukoniit) vastu, millistest formatsioon omas suuremas osas koostub. Puhas kriit, mis peenikestest lubiosakestest (mikroskoobilised foraminifeerid) on ülesehitatud,

Palmsõnajalad ja okaspuud tekitavad nõndanimetatud leetesüsa; rauaoksüüdrikkad savilisandused ja väävel teevad selle söe tarvitamiseks kõlbmatuks. Juura formatsioon on oma nimetuse saanud Juura mägestikust, mis Schweitsist Mändmägestikuni (Fichtelgebirge) ulatab. Temas esinevad lubjad, mergel, liivakivid, kildsavid, dolomiidid, konglomeraadid, brektshiad ja ooliidid (kalamarja-kivid). Kriidiformatsiooni nimetus on ebakohaselt valitud, sest valge, muldne lubi, mida meie koolitahvlitel kriidina (Rüügeni saarelt) tarvitame, esitab ainult pisikest murdosa teiste mägitõugude — savide, merglite, mitmetseltsi hallide ja mustade lupjade ja roheliste liivakivide (glaukoniit) vastu, millistest formatsioon omas suuremas osas koostub. Puhas kriit, mis peenikestest lubiosakestest (mikroskoobilised foraminifeerid) on ülesehitatud,



Kujut. nr. 78. Malmmägestiku profiil. 1 a d, kristalliiline kildkivi; 2 a ja b, hallvakk; 2 c, kivisüsi; 3 a punalasu; 6, kantliivakivi; 7, tersiäärformatsioon; ABC raudkivid ja porfiirid; 8 basalt.

leidub ainult pealmistes kihistustes ja ta on tuleränide pesapaik. Sellele formatsioonile iseloomustav on kantliivakivid, millest Saksi Schweits kohasemat näitust pakub. Kriidi ajajärgul ulatas selleaegselt Böömi sisimerest üks laht Elbe sihis ettepoole ja sadestas mainitud kantliivakivid, millest pärsastine Elbe lõhed läbisaagis (v. k. nr. 7).

## Metallkivid.

Ka mesozoikum on rikas metallkivide poolest. Triasformatsiooni kuuluvad Kommerni ja Saarbrüki tinaläike lasud, Schwarzwaldi vasekivid, Beutheni ja Tarnositsi tina-, tsingi- ja raualademed ning Idria elavhõbedakivid Krainis.

Juura- ja kriidi formatsioon kannavad tugevaid savirauakivi- ja oolitsete rauakivide lasusid (Württemberg, Lothringen, Luksemburg, Ülem-Sileesia.)

**Geograafiline ulatus.** Triasel on Kesk-Euroopas neli suurt valdkonda, — Põhja-Saksa, Franko-Schwaabi, Elsas-Lothringi ja Ülem-Sileesia. Väikesed saared temast on Berliini ligidal, Helgolandil j.n.e. Alpide triaslasud on tihti läbimurtud plutooniliste raudkivide ja süeniitporfiiri läbi. Triast leidub edasi L.-Venemaal, Prantsusmaal, Inglismaal ja mujal Euroopa riikides; üle Balkani ulatavad ta lademed Väike-Asiasse. Edasi on nad paljastatud Indias, Ameerika Vaiksemere kallastel, U.-Mere- maast Jaapani saarteni ja Aasia ida ning põhja kallastel.

Juura formatsioon esineb peale Juura mägestiku Alpide ümbruses, Inglismaal, Prantsusmaal, Karpaatides ja Venemaal. Edasi ilmub ta Ida-Siberis, Teravmägedel, Uue-Siberi saartel, Aljaskas, Ameerika kallastel Mehhikoni, L.-Ameerika Andidel ja Kapmaal Aafrikas.

Kriidi ajajärgu lademed on Saksamaal tihti peidetud tertsiäär ja diluviaal-lademete all. Pea-valdkondadena oleks seal nimetada Maastrich-Aachen, Westfaal-Teutoburi mets, loode poolne Saksamaa ja Läänemere kriidi valdkond. Tugevad kriidi lademed esinevad edasi Põhja- ja Ida-Alpides, Dalmaatsias, Inglismaal ja Prantsusmaal (Seine, Garonne ja Rhoone). Venemaal leidub teda Krimmis, Kaukasuses ja Volga mail. Siit lähuvad ta lasud edasi Siberisse, Ameerikasse, Indiasse, Austraaliasse ja Põhja-Aafrikasse.

## Uus aegkond ehk Känozoikum.

Känozoikumil on 2 ajajärku, mis edasi üksik aegadesse jagunevad.

- 1) Tertsiäär ehk kolmik ajajärk:
  - a) Eotseen (koidu) aeg,
  - b) Oligotseen aeg,
  - c) Miotseen „
  - d) Pliotseen „
- 2) Kvartäär ehk neljak ajajärk:
  - a) Diluvium ehk jääaeg,
  - b) Alluvium ehk uhtmaa aeg (käesolev).

Tertsiäär formatsioon on neljaks jagatud, et selles võrdlemisi paksus ladestuses järjekorda luua, kuid nähtavasti on terve

selle formatsiooni kestvus võrdlemisi lühikese vältusline, mille pärast ka võimata oli kindlaid juhtkivistusi ära määrata. Kuna sellel ajajärgul loomad ja taimed enam vähem praeguse olekusse jõuavad omal arenemisel, siis hinnati üksikute aegade ladestusi selle järele, missuguses protsent-vahekorras nendes praegustele eluvormidele sarnaseid kivistusi ette tuleb. Kuna vahekord uute kivistuste leidmiste läbi ühtelugu muutub, siis on see jagamise printsiip niivõrd õnnetu, et kahelda tuleb, kas nõnda täiesti vahet teha saab vanemate ja nooremate kihistuste vahel. Kudamoodi asi muutunud näitab järgmine kõrvuti seadimine. Praeguseid vorme arvati leiduvat:

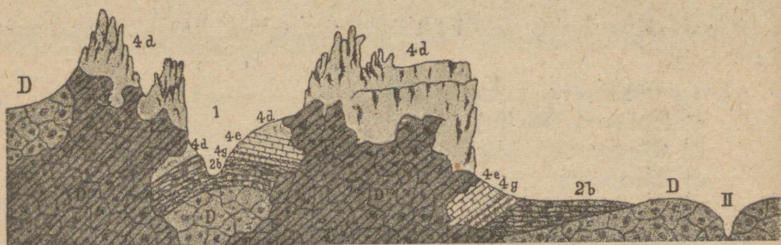
Eotseenis kunni 3<sup>0</sup>/<sub>0</sub>,

Oligotseenis kunni 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub>,

Miotseenis enne kunni 19<sup>0</sup>/<sub>0</sub> nüüd 10—40<sup>0</sup>/<sub>0</sub>,

Pliotseenis „ „ 52<sup>0</sup>/<sub>0</sub> „ 40—90<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

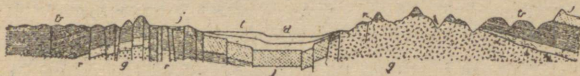
Kuna suured osad praegustest mannermaadest kriidi ajajärgul olid merede all, ja seegi, mis kuiv oli, sügavate lahede läbi ribadeks lõhuti, siis iseloomustab ennast kánozoikumini algus suure maa tõusuga. Suured merealused alad tõusid päevavalgele, saared ilmusid, ühinesid vaheletekkivate madalikkude läbi ja katkestasid niimoodi endiseid pidevaid meriosasid. Lõuna-Prantsusmaalt üle Schwaabi, Lõuna-Baieri, Ungria, Lõuna-Vene kunni Lääne-Aasiasse ulatas „Thetise Vahemeri“. Puudusid veel kõrgemad mägestikud. Maa siseosad olid järvede ja rabade poolest rikkad, rannad esitasid madalvee käarusid (Pariisi, Mainzi ja Wiini nõgud). Põhja-Euroopa rannikutel vahelduvad tõusud ja vajumised ning tekitavad brak- ja magevee ladestusi. Pärastpoole algavad mägisünnitus-protsessid. Maa-alad, mis mesozoikumis merepinna all olid, kuhjatakse määratu kortsudesse lükkamisprotsessi läbi hiigla mägestikkudeks. Tõusevad Alpid, Apenniinid, Püreneid, Karpaatid, Kordiljeerid, Himalaja j. m. m.



Kujut. nr. 79. Ideaalne lõige läbi Fassa oru Lõuna-Tiroolis. 2b, vana punane liivakivi (hallvaki formatsioonist); 4d, dolomiit Rhäti formats. (Keuper). 4e, kihiline lubi Rhäti form. Keuper; 4g, gips; D. Must (melafiir) ja punane porfiir. I Fassa org. II Eisack org.

Kujut. nr. 79 pakub meile ideaalset lõiget Lõuna-Tiroomi dolomiitidest. Ükski teine koht Alpides pole nii järsult ja metsikult lõhutud, nagu see maakoht oma fantastiliste tippude, sakkide ja müüridega. Ta pakub aga ka vee tegevusele rohkem algatuspinda, kui ükski teine koht. Rikkalikud loomade kivistused, iseäranis karpelukatest, kes kord mesozoi merede sügavustes asusid ja pärast suremist omad lubilestad selle põhja kogusid, on siin mäetippudel, mis pilvedesse ulatavad. Nii-suguse rabama aine voltidesse lükkamised, nagu seda lubjalasud esitavad, pidid andma rohkeid viskeid, murdumisi ja lõhesid.

Vajumistest oleks tähtsamad Rheini nõgu, Malmkivi mägestiku (Erzgebirge) ja Alpide lõunapoolse nõlvaku järsk lang.



Kujut. nr. 80. Rheini oru profiil Vosgau ja Mustmetsa vahel. g = raudkivi, gneis, r = punalasu, tr = trias, j = juura, t = meritertsiaär, d = diluuvium ja alluuvium.

Mustmets ja Vogeesid esitasid kord ühtlast mitmesuguste mesozoikumi lademetega kaetud ala. Praegune Rheini nõgu esitab sellest sügavamale langenud keskmist osa.

Nende viskete ajajärku loetakse ka noorem-vulkaanilised basaltide, fonoliitide ja trahiitide läbimurrud Eifelis, vulkaanilise Laachi järve ümbruses, Seitsemägises j. m. m. Põhja-Böömi kuumvee ja hapuallikad (CO<sub>2</sub>) esitavad jäänusi selleaegsest vulkaanilisest tegevusest.

Vajunud, kui ka ülesjäänud osadel teostus denudatsioon, kuid tugevamal määral nendel osadel, mis kõrgele jäid. Siin paljastusid isegi kristalliinsed põhitõud, esimestel kohtadel juurani, kus maosad vähem sügavale olid vajunud kirju liivakivini.

Hiigla tõusud mannermaa sisiosadel ja kallakuse muutused ranna vastu pidid loomulikult ka jõgede jooksusihiti muutma.

Alguses oli kliima peaaegu troopikaline, kuid temperatuuri järkjärgulise langemise mõjul muutus see kesk tertsiaäris umbes meie praeguse kliima sarnaseks. Järsk temperatuuri lang ühenduses sademete rohkusega teostusid tertsiaär-ajajärgu lõpu poole. Need, vististe määratu pika-ajalised muutused kutsusid esile sügavad muutused taimestikis ja loomastikus. Uued liigid tõusid ja kadusid. Taimestikis arenesid kaksidulehtsed. Lehtpuude hulk tõuseb võrdlemisi suuremaks okaspuude arvust. Ammoniidid, belemniiidid, brachiopoodid, merililiad ja ränikäsnad kaovad täiesti, või kahanevad miinimumini. Selgroo-

liste seas äratav tähelepanu roomajate tugev kahanemine, ainult sisalikud, maod, krokodillid ja kilpkonnad on alles hoidunud. Ka stegotsefaalid on kadunud; nende asemele on astunud konnad ja salamandid. Ganoiidid on suuresti kahanenud, seda arvurikkamaks on tõusnud krõmpsluu- ja iseäranis luu-kalad. Üli liigirikkaks on läinud linnud ja imetajad.

### Känozoikumi kihistused ja tarbemineraalid.

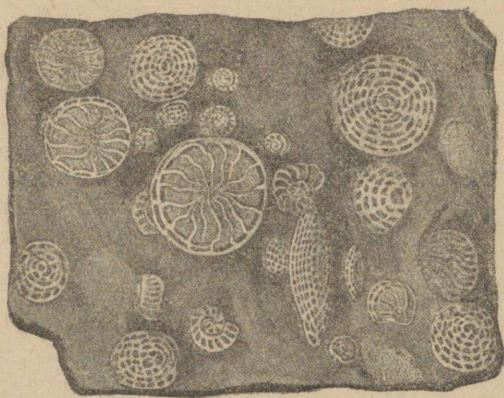
Plutoonilised tõud on eelmiselt juba mainitud. Harva on leitud kihilisi tõuge, sellevastu on see ladeskord rikas madal-mere ja magevee sadestuste — plastiliste savide, sõre-liivade, kobelupjade, lössi- ja leete ladestuste poolest. Känozoi aegkonda langeb ka Galiitsia (Wieliczka) Seitsemägise (Marmaroshi) tugevate soolalaste ning suurema hulga pruunsöelasude tekkimine; viimastel juhustel leiduvad laste alusosades troopiliste taimede (palmide, loorberide) jäänused (Halle, Tüüringi, Hesseni, Ülem- ja Alam-Launitsi ja eriti Põhja-Böömi valdkondades). Turbarabade näol kestab pruunsöelasude tekkimine edasi veel meie päevil. Edasi iseloomustavad meie aegkonda luute-, koralli- ja liivaneemede sünnitused, uhtmaad, deltalasud j. n. e., Montmartre gipsiladestused Pariisi juures, Alpide nummuliitlubjad, Läänemere ranniku (Samland) merevaiguladestused ning Sitsiilia väävellademed.

**Metallkiivid.** Tähtsad on tersiäärsed läätsmalmkiivid ja savikad sfärosideriidid (keraline rauapagu). Mõlemad on tööstuskõlbulised, samuti meie päivil tekkijad soorauakivilademed. Nimetamisvääriks tulevad tunnistada ka kulla- ja hõbedakiivid Schemnitzas ja Kremnitzas ning India ja Brasiilia kallismetall- ja kalliskivi-kaevandused.

### Tertiäär ajajärgu loomastik ja taimestik.

Sellel ajajärgul ilmuvad imelikud algloomad — **Nummuliidid.** Need on hiigla foraminifeerid, kunni 60 mm läbimõõdus, läätsaoliste arvurikkadest keerudest koostuvate kestadega, Nad sünnitavad terveid ladestusi nõndanimetatud nummuliitlubjast. Vanad egiptlaste püramiidid on ehitatud nummuliitlubjast. Oõsloomadest võivad rüngaskorallid tähtsust, okasnahksetest — merisiidid. Karplimulised ja tiud esitavad ligi poole tertiäär-aegsete loomade arvust; väga arvurikkalt esinevad putukad. Üks hiigla salamander, praeguse Jaapani hiigla salamandri sarnane loom, ja üks kole suur 5—6 m pikk kilpkonn ilmuvad ja hääbuvad tertiäär-ajajärgul. Sedasama tuleb ütelda suurest hulgast jaanalindude sarnastest jookslindudest. Üldiselt liginevad linnud praeguste vormidele. Huvitav on, et tertiäär-aja algul Nördlingeni

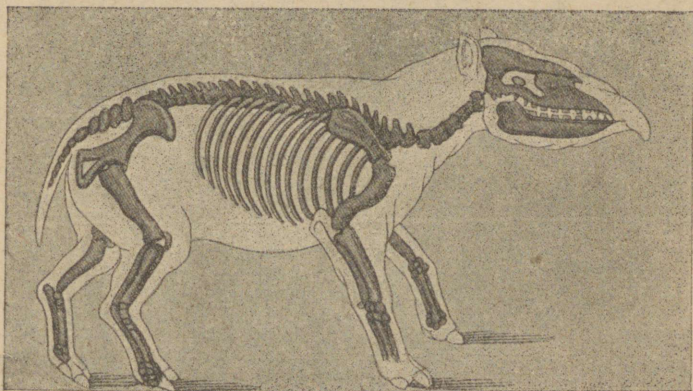
ja Mainzi veesadestustes pelikaanide ja flamingode luid, mune ja pesi on leitud. Prantsusmaal leiti koguni paabukoide ja ninasarvlindude jäänusi tertsiaari algusest.



Kujut. nr. 81. Nummuliitlubja plaat.

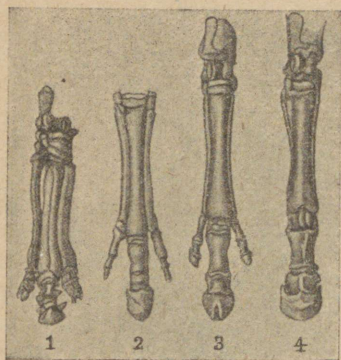
Tähtsamad kui lindjäänused on imetajate luukered. Suured kogud sellekohastest leidustest annavad tunnistust juba hääbunud kui ka praegustest sugukondadest ja endiste ning nüüdsete loomade sugulusest.

Iseloomustavad tertsiaarile on — Megatherium, 4 m pikk ja 2 m kõrge, hiigla laiskelajas — Glyptodon, hiigla vööloom ja iseäranis hulk kabjalisi, kes eht segatüüpidega mitme seltsi tunnuseid koostavad.



Kujut. nr. 82. *Paläotherium magnum*.

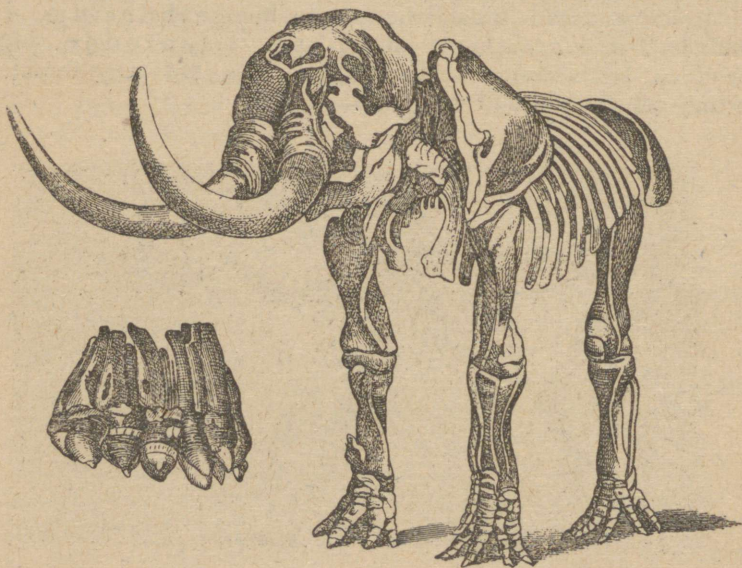
Paläotheerium omab ühiseid jooni tapiiri, ninasarviku ja hobusega, Anoplotheeriumis koostuvad paksunahksete, mäletsejate ja sigade tunnused. Paläotheeriumi peale võib vaadata kui meie hobuste esivanema peale. Tal on kolm tugevat varvast, mis kõik maapinnale toetavad (Pariisi gipsides leitud). Anchitheeriumil olid kahelpool küljes asuvad varbad märksa lühemad; veel suuremat külgmiste varvaste kängunemist näitavad Hippotheeriumi varbad, kuna hobusel ainult veel keskmine kabi on allesjäänud.



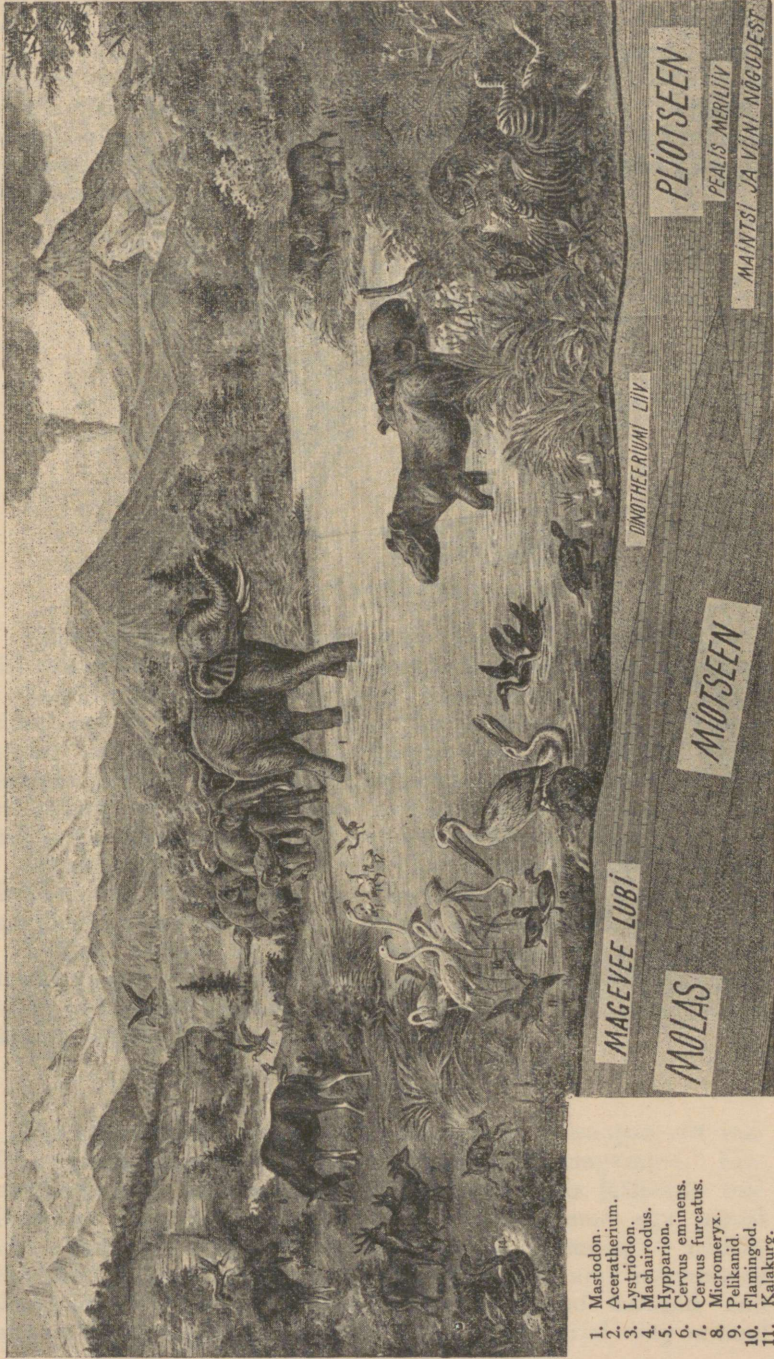
Kujut. nr. 83.

Tagajalg, 1, Paläotheeriumil, 2, Anchi-  
theeriumil, 3, Hippotheeriumil ja  
4, hobusel.

Peale jõe hobuse, hirvede, kaelkirjakute, kameelite ja mõningate sarvloomade (v. tahv. VII) on nime-  
tamiseväärised kaks elevandi eelkäijat. *Dinotheerium giganteum* (mitmel pool Saksamaal leitud), kahe allapoole sihtiva kihvhambaga, umbes 4—5 m kõrgune ning mastodonid (v. tahv. VII) on Euroopa ja Ameerika liigid. Ka teiste seltside esitajaid leidub küllaldaselt.



Kujut. nr. 84. *Mastodon giganteum*.



1. Mastodon.
2. Aceratherium.
3. Lystrodon.
4. Machairodus.
5. Hypparion.
6. Cervus emimens.
7. Cervus furcatus.
8. Micromeryx.
9. Pelikaniid.
10. Flamingod.
11. Kalakurg.
12. Pardid.
13. Soo-kilpkonn.
14. Python.

MAGEVEE LUBI

MOLAS

MIOTSEEN

DINOTHEERIUMI LÜÜ.

PLIOTSEEN

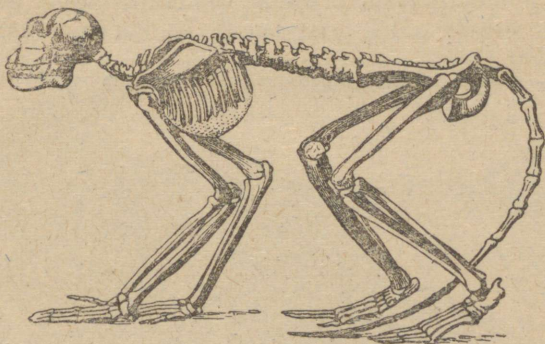
PEALIS MERILÜÜ

MAINTSI JA VIINI NÕGÜDEST

Miotseenmaastik.



Elutsesid juba valad, sõudjalgsed, närijad, putukasööjad, kiskjad, nende seas määratu suured tiigri-  
taolised machairoodused, — nahkhiired, poolahvid  
ja ahvid. Iseäranis tihti leiduv liik (saleahvide sugulane)  
paistab olevat *Mesopithecus pentelicus*, kuid leidub ka rohkem  
arenenud ahvisid. Küsimus, kas ka inimene tertsiäär-ajajärgul  
oli olemas või mitte, loetakse lahendamataks.



Kujut. nr. 85. *Mesopithecus pentelicus*.

Taimestikus teostuvad sügavad muutused. Vanem tertsi-  
ääri soe kliima lubas meie vööstikus sigineda viigi, loorberi-  
ja kaneelipuudel, palmidel ning mimoosidel. Nende kõrval  
leidis aga ka juba tamm, vaher, saar ja pähklapuud. Tempe-  
ratuuri alanemisel häabusid troopikalised kasvud ja nende  
asemele ilmuvad jugapuu ja tsüpresside sarnased okaspuud,  
mis peasa pruunsöe lasudes esitavad või merevaiku sünnita-  
vad, nagu *Pinus succinifer*'i (merevaigumännu) vaik.

**Geograafiline ulatus.** Peale juba eelmiselt mainitud tertsi-  
äärladestuste valdkondade on nimetada maa-ala Alpidest Do-  
nau jõeni, Karpaatid, Kõrge-Tatra ja Liptau Alpid.

Tähtis, looma- ja taimejäänuste poolest rikas nõgu on  
Mainzi nõgu (Baaselist Taunuseni). Alguses merilaik, muu-  
tus ta järkjärgult magedapoolseks (brakvesi), siis täitsa maged-  
daks ja lõpuks kuivaks (Wiini nõgu).

### Diluuvium.

Tertsiäärajajärgu lõpu poole teostus P. Euroopas siit saa-  
dik selgitamata põhjustel, suur temperatuuri langemine. Era-  
korraliselt suur sademete hulk andis aluse hiigla jäälasude tek-  
kimiseks, nagu seda geoloogilistel aegadel enne ega pärast  
pole sündinud. Peasjaliselt Rootsist ja Soomest, — nõnda-  
nimetatud Fenno-Skandinaavia alalt laiutasid end mannermaa  
jäämassid üle Euroopa. Ka Alpide liugustikud laotasid end  
kaugele üle praeguste piiride ja Karpaatide harjal ning mitmel



pool Skandinaavias, Põhja- ning Kesk-Saksamaal, Soomes ja meil. Need jäljed on palju tugevamad ja selgemad kui praeguste liugustikkude jäljed. Üli selged ja siledad jäälihved on H. v. Winkleri poolt kindlaks tehtud viimastel päevadel valmis saanud uue Pirita-Ülemiste kanaali põhjas mitmel kohal Mõigu surnuaiast 1—3 km ülespoole. Kõige laiem pidev ala mõõtis 28 m. Kriimud  $11^{\circ}$  idast; lang jää liikumise sihis  $0,25-1^{\circ}$ .

b) Jääkatte all tekkis põhimorään, mida harilikult veerkivi-saviks ehk veerkivi-mergliks nimetatakse. Ta koostub mitmetelselt kivitõugude (raudkivid, diabassid, lubjad jne.) purustusprügist, mis Soomest ja Rootsist pärit on ja igal pool, kus teda leiame, sarnast iseloomu avaldab. Need järeljäänud mo-



Kujut. nr. 87. Mergelkihtide kortsud.

räänkatte lasud tõusevad mõnel pool 150—200 m paksuseni ja esitavad Põhja-Saksamaal, Venemaal ning meil harimisele alluvat põllupinda.

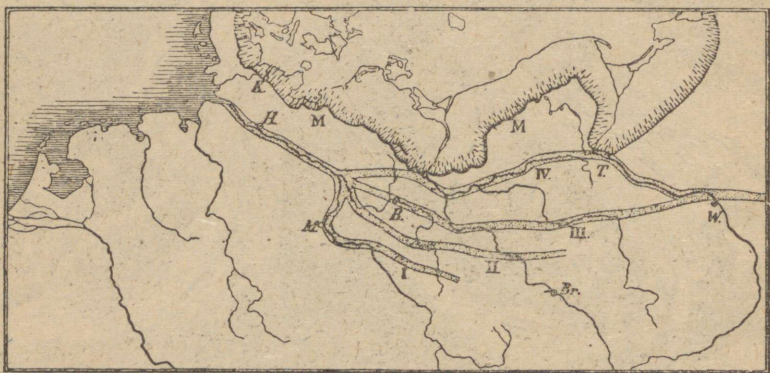
Nende veerkivide hulgas leidub Saksamaal iseloomustavaid Rüügeni saarelt pärit olevaid tuleräni tükka, meil Lõuna-Eestis Põhja-Eestist pärit olevaid lubjapae tükka ühes kivistustega, igal pool aga suuri raudkivimürakaid, — nõndanimetatud ulgu- ehk räpsukiva, keskmiselt 2—3 m, tihti aga kunni 15 m läbimõõdust. Neid tassis kaasa jää, nagu seda tänapäev Alpide liugustikkudel näeme.

c) Kui liugustikud liikusid üle kobedama aluspõhja (savi, liiv), siis tekkisid mõnesugused kortsud, umbseks surumised,

ja kihtide rebenemised, kindlama materjaali juures (paelubja korrad) teostusid murdumised, püstitamised ja edasinihkumised,

d) Tõendusid interglatsiaalaegade kohta nähtakse murenemisprotsessides, mida vanemad veerkivilasud läbi teinud, enne kui nad nooremate massidega kaeti. Samuti on vanemate lasude juures uhtumise töö tagajärjed märgatavad.

Muudeks tõendusteks on osarid — vallisarnased liivast, kruusast ja veerkividest jääliikumise sihis pikuti jäсахast katuksemoodi kokkuküntud vallseljandikud, drömlinid — enamasti salkades pikkteljega jää liuglemise sihis asetatud põhimõrään kogud, ja nõndanimetatud ürgvoolu orud, mis jääliugustikkudest sulanud vete voolust enamasti risti liugustiku liikumissihile on sünnitatud ja mida praegused jõed tihti omal jooksul jälgivad.



Kujut. nr. 88. Põhja-Saksa ürgvooluorud. M. Balti otsmorään, I—IV. Jääaegsed peavoolu harud.

Jääajaga on kaasaskäinud Inglismaa vajumine mere alla ja uus tõus, peale selle Põhja- ning Lääne-merede tekkimine, mis enim kuiva maana esinenud. Lõuna-Eesti künkline maastik oma vahel asuvate järvede ja rabadega on jääaja loodud. Arusaamata viisil leidub Alpide põhja rajal sellest ajast lössilademeid mäeseljandikkudel kui ka jõgimadalikkudel.

Jääaeg pidi sügavat mõju avaldama sellaege taimestiku peale. Need taimed, mis jääpiiri alt vabaks jäid, võisid alles hoiduda, kuna põhjapoolsemad külmast said hävitatud. Kahaneva temperatuuriga ilmus madalkasvuline tundrataimestik, mis vaevakaskede, väikeste pajude, tarnade ja soovillade läbi on iseloomustatud. Kahtlemata oli maal järvisel rabamaastiku ilme. Põhjapõdrad, biisamhärjad ja nende vaenlased, õgimurid (*Gulo borealis*) ning põhjahundid, lumirebased, lemmingid (tundra-närija), sookanad, lumiöökkullid ja hiirpaskid (kullide liik) olid

Kesk-Euroopas elutsemas. Iseäranis Siberis (aga ka Kesk-Euroopas) asus suurtes karjades mammut, pika karvaline, üle 3 m kõrge elevandi eelkäija, kelle eluviisi üle meil täpssed andmed olemas. XIX aastasaja algul ja peale selle a. 1901 leiti kumbgi kord peaaegu tervelt alleshoidunud nahaga kaetud eksemplaar ja — mis iseäranis tähtis — hambus ja sisikonnas leidsid põhjamaa taimede jäänused. Elevant ja ninasarvik, mõlemad tihekarvase kehakattega, nii siis kliimale täiesti kohanenud, koopakaru, hүүäsed, koopalövi, biisonid ja metshärjad olid Kesk-Euroopa elanikud.



Kujut. nr. 89. *Cervus megaceros*.

Kliima muutus soojemaks, tulid kuumad suved, kuid ka külmad talved. Kesk-Euroopa sai rohtlaane ilme ja oli kaetud rohutaimede, sibulkasvude ning sarikõislastega. Ürgvoolorgude kallastel kasvasid juba metsapuud. Siberi ja Venemaa poolt rändasid läbi Saksamaa, Prantsuse ja Inglismaale, mis sell korral veel mannermaa külge kuulus, — hүүpheed, õõnpõskrotid (hamstrid), koopaorav. Saiga-antilooped ja metseeslid elasid karjakaupa. Tulid rebane, kobras, jännes, põldhiir ja vesirott, vares ja trapp, pasknäär, igatseltsi rästad, —loomad, kes osalt hääbusid, osalt meie praeguste tingimistele kohanesid, muist aga rohtlaanseid kohte asumiseks valisid.

Vihmasema kliima, kasvava soojuse ja metsade piirkonna laienemisega muutub järk-järgult loomastiku ilme. Hulk loomi,

iseäranis roomajad rändavad lõunapoolt sisse. Metsadesse asusid metshärg, biison, põder ja hiiglahirv (*Cervus megaceros*) ja nii areneb pikkamööda maa ilme sarnaseks, nagu me seda tänapäev oleme harjunud nägema.

Nimetused koopakaru ja koopalõvi tulevad nende loomade luude leiukohtadest. Neid leidub hulgaliselt mitmesugustes koobastes (Gailenreutheri koobas Prantsuse Juuras, Hohlefels Aachi orus Schwaabimail j. m. m.) savi (lõssi) sisse asetatult. Need luud on seda huvitavamad, et nende küljes **inimese** olemas olu tunnused kahtlemata on märgata. Kas inimene juba tersiäär-ajajärgul olutses, on küsitav, küll aga on tõendus lei-



Kujut nr. 90. Biisoni (*Bos bison*) kujutu Lõuna Prantsuse koopaseinalt.

tud jääajainimestest kehajäänustena (Neandertaalinimene, luukere leid Vézère'ist Lõuna Prantsusmaal, Heidelbergis) ja ta töö- ning sõjariistadena. Leitud jämedapoolse väljatööstusega vanema kiviaja, töö-, sõja- ning tarbeasjadest kunni uuema järgu sarv- ja luu- tarberiistadeni selgub enne aegloolise inimese kohta, et ta püstijalgsest liikus ja metsloomadest võitu sai, — jah, ta võitis omad vaenlased nende oma luude abil. Vägeva koopakaru küljeluudest valmistas ta nooleotsi ja alumised lõualuud muutis ta kirvesteks. Alam-Elsassi rändajad küttrahvad küttisid metshobuseid, põhjapõtru, mammutisid ja, nagu näib, iseäralise heameelega mammuti vasikaid (Strasbur-

gist põhjapool leiti mammuti kihvluu-plaadi sisse lõigatud noore mammuti kuju).

Peale edusammude tööriistade alal kannavad noor-diluuvse kiviaja jäänused ka juba kunsti algastmelisi arenemise tunnuseid. Leiduvad hoolsasti väljatöötatud tulekivist noad, joonistused põhjapõdra sarvedel, nõelad, naasklid jne. (Kessleri



Kujut. nr. 91. Jääaegse inimese sarv- ja luunikerdused.

koobas Schaffhausenis). Suurt üllatust äratas Lõuna Prantsusmaal Vézère'i oru koobaste seinadelt leitud jääaegsete loomade joonistused (ühes koobas 49 biisoni ja 40 metshobuse kujutust), millistest mõned olid loomutruud ja värvilised, peale selle suur kogu nikerdusi (vaata k. nr. 91).

## Uus jääaja teooria.

Jääaja ilmumise ja kadumise põhjused on teadlastele palju peamurdmist sünnitanud ja kõik katsed neid seletada loeti siitsaadik äpardanuks. Nagu eelmises peatükis kuulsime, peetakse üheks põhjuseks sademete rohkust, mis ka Alpide liugustikkude vaatlemistega on kokkukõlas (võrdle vastava peatükiga dünaamilises osas). Keskmise aasta temperatuur ei ole ka teatavasti samane ühesugustel geograafilistel laiustel. Sellepärast pole imekspanna, kui kuuleme, et näit. jäaliugustikud Alpides lõpevad 2000 m. kõrguses, kuna vastaval laiusel Lõuna-Ameerika Andides otsadega merepinnani ulatavad. Kindlaks on tehtud, et aegloolistel aegadel Euroopa kliima soojemaks on muutunud, sest et soe merevool Golfströöm Atlandi meres oma endiselt teelt vastu Gröönimaad on taganenud ja ennast rohkem Euroopa kallast vastu on pööranud. Veel normannide merisõitude ajal oli Gröönimaal soe, millest ta ka oma nime tuse — roheline maa — on pärinud, kuid meie teame ka, et just Golfströöm oma niiskuse läbi Euroopa sademete hulka on tõstnud. Nii pidi siis sademete hulk endises Euroopas just vähem olema, mis vastu räägib jääaja seletusele sademete alusel. Ka oletus, et Põhja-Aafrika rand ehk vee all oli ja meie kliima selle läbi külmem võis olla, ei paku rahuldavat alust jääajalise kliima seletuseks. Tervet Põhja-Euroopat kõrgeks mägiseks maaks luuletada, ei sünni teiste andmetega kokku. Et maakera omal teel ilmaruumis mõne külmema osasse sattus, pole ka uskumist leidnud.

Kuulsaks on saanud uue ajal iseäranis üks Rootsi teadusemehe Svante Arrheeniuse poolt üles seatud teooria, millest ta praegu veel kinni hoiab.

S. Arrheenius leiab nimelt, et süsihape päikese kiiri kerge mini läbi laseb, konvektsiooniliselt soojuse tagasi minekut aga rohkem takistab, kui seda teised maakere õhkkonna gaasid teevad. Edasi leiab Arrheenius, et maakera õhkkond, näit. kivi-sõe ajajärgul, lopsaka taimede elutegevuse läbi süsihapest sai vabastatud, soojus selle tagajärjel maakerast kergesti minema peases, millele Permi jääaeg järgnes. Permi ajajärgul lahtipuhkenud vulkaaniline tegevus aga rikastanud õhu jälle süsihappega, mille tagajärjel soojus jällegi tõusis. Ka viimane P.-

Euroopa jääaeg ning selle kadu olnud samaselt tingitud ja et, nagu Arrhenius arvab, praegu vulkaaniline tegevus olla kasvamas (Krakotau ja Mont-Pelée), siis võida praeguse aja kohta oletada kliimaatilisel üleüldist temperatuuri tõusu.

Selle Arrheniuse nõndanimetatud süsihappe teooria vastu toodi ette 1912. a. Insbrukis ärapeetud maateadlaste kongressil, et Jaapanis ja Ida-Siberis Euroopa jääaja piirkonna laiustele vastavatel aladel mingit jälge jääajast ei leidu. Süsihappe teooria maksvusel peaks see gaas maakera atmosfääris ühetasaselt jagatud olema, nii et samastel laiustel ligikaudsetki sama mõju peaks ilmuma.

Iseäralise teooriale, mis jääaega omamoodi püüab seletada, on poolehoidjateks Croll, Pilar, Wallace ja Penk. Nende järele tuleb maakera põhjapoolne poolkera umbes 120.000 aasta jooksul ühe pikaldase, täheteadlaste poolt kindlaksmääratud taevakehade liikumiseprotsessi tagajärjel nendesse tingimistesse, millistes viibib praegu lõunapoolne poolkera, — nimelt langeb meie talveaeg selle maakera teosa kohale, kus ta päikesest kaugemal, kuna suvi päikese ligidase järgusse nihkuks, nagu seda praegu Austraaliast võib öelda. Tagajärg oleks see, et meie suveaeg lüheneks ja talveaeg pikeneks, mis karedama kliima tooks. See teooria ei või juba sellepärast maksmist omandada, et Austraalias praegu kaugeltki ei teostu jääaegsed nähtused P.-Euroopa jääpiirkonnale vastavatel laiustel. Nii näeme, et vanad teooriad suuri vasturääkimisi sisaldavad, ja meil tuleb tõtt veel mujalt otsida.

Peale eelmiselt toodud teooriate on suurt huvi äratanud vaade, et maakera telg võis teisiti asetatud olla, nii et Fennoskandia nabamaid esitas, kuid sellele vasturääkivaks peetakse asjalugu, et ka Põhja-Ameerika kirde osal on jääaeg olnud ühelisi P.-Euroopaga. See maa oleks nabamaade ringist niisugusel korral täitsa väljas. \*) Ka ei tuntud siitsaadik jõudsid, mis maakera telje sihti jäksaks muuta.

Et aga selles vaates siiski võti peitub terve küsimuse lahenduseks, siis võtame kaalumisele, kas vahest ei leiduks põhjusi maakera telje ümberasetusele, mis ühelisi vasturääkivuse jääaja piirkonna laialduse poolest kaotaks.

Keerlev keha hoiab oma telje sihti suure püsivusega kinni, nagu füüsika õpetab, ja sellest pole raske arusaada, kui järgmiselt kaalume.

Inertsii ehk püsivuse seaduse põhjal tahaks iga paigal seisev keha igavesti paigal seista, liikuv keha tahaks aga igavesti

\*) Niisugune täbar seisukord tekib ka mesozoi aegkonna algul kirjeldatud Permi jääaja seletusega telje ümberasetuse alusel, kus puudutatud maad — L-Ameerika ja L-Aafrika tipud ning mõlemad Indiad asuvad nii kaugel üksteisest, et päris võimata on neid ühiseks nabamaaks lugeda.

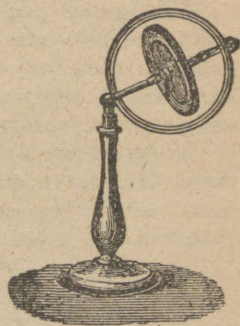
samas sihis edasi liikuda. Pealiskaudselt tunneb seda seadust isegi iga sõnnikuvedaja, kes oma sõnnikusel vankril püsti peab seisma. Kui hobune liikuma hakkab, hoiab ta ennast ettepoole, muidu tõmbaks hobune vankri tema alt ära ja ta kukuks tahapoole maha. Überpöörduvalt peab ta hobuse järsul seisma jäämisel ennast tahapoole hoidma, muidu lendaks ta hoo mõjul hobusele selga. Kui vast viimane osa inertsiseadusest vastu vaidlemist leiaks alusel, et lendav kivi, näituseks, otse (samas sihis) ei lenda, vaid loogas maa poole kaldub ja lõppeks seisma jääb, siis tuleb see sellest, et lennu ajal raskuse tung teda alla kisub. Kahe jõu mõjul (endine lennu siht ja maa poole kiskuv raskuse siht) peab edasilikumine jõudude parallelogrammi seaduse järele parallelogrammi nurkjoone sihis minema. Seisma jäämine tuleb aga sellest, et keha läbi õhu lennates õhku vastu, ja pärast maha kukkumist maad vastu õerub, mis ta liikumise jõu ära võtab seda soojuseks muutes.

Keerleva keha juures tuleb inertsiseadus väga huvitaval viisil maksvusele. Kuna keha telgosad paigal seisavad, liiguvad teised osad seda suurema kiirusega, mida kaugemal nad teljest asuvad. Need liikuvad osad tahaks ka siin otsesihis lennata, niisugusel lool peaks nad aga keha küljest end lahti kiskuma. On keha kindlast ainest, siis rebivad ta osakesed lennul ekvaatori tasapinnas tõesti igale poole, kuid nad ei pease lahti. Puistame aga keerleva keha peale liiva ehk vett, siis loobitakse see laiali. Kuna niisugune laialikiskumise jõud igal keerleval rattal tekib ja seda suuremaks kasvab, mida kiiremalt ratas keerleb, siis järgneb sellest: ratast võib nii kiirelt panna keerlema et ta tükkideks lendab ja ta osad laiali paisatakse. Nägin ise kord tehases, et liig kärmel keerlemisel aurumasina malmist hooratas tükkideks lendas, mille juures üks tükk  $1\frac{1}{2}$  jala paksusest telliskivi müürist läbi löi, teine aga kahest laest läbi lendas ja katukse sarikasse peatama jäi. — Seda, keskelt välja poole kiskuvat jõudu nimetatakse kesktaande ehk tsentrifugaal jõuks ja meil oli juhus juba Kant-Laplace teooria juures tema mõjust maakera lamendusel ja rõnga tekitamisel juttu teha.

Uuemal ajal tarvitatakse tsentrifugaal jõu mõju tehnikas laialdaselt. Meevurr ja Berg'i viljaseemne raskuse järele sorteerimise masin põhjeneb selle peal, samuti pesukuivatuse masin suurlinna pesuäride jaoks, kus loomulikuks kuivatamiseks plats puudub. Auklise seintega keerlevas trummlis viurutatakse vesi pesu seest mõne minutiga välja, nii et see üsna kuivaks jääb. Kuna kesktaande jõud erikaaluliselt mitmekesiste vedelikkude peale lahutavalt mõjub, nagu raskuse tungki, siis tarvitatakse seda printsipi ka koorelahutajate ehitamiseks. Kängesti keerlevas trummlis surub raskem piim kohe välisseintele, kuna koor sisepoole asub üsna keskele tühja ruumi jättes. Need üksteise sisse mahutatud piima korrad kerkivad ülespoole, kunni ülevalt kaane küljest allarippuv vahesein nende vahele astub ja neid täitsa üksteisest lahutab.

Seesama, nagu nägime, inertsiseaduste peal põhjenev kesktaande jõud toobgi enesega kaasa nähtuse, et keerlev keha

oma telje sihti alles hoiab. Nagu vankri ratas, mida pöida-  
dele seotud nõõride abil igale poole laiali rebitakse, oma telje  
ja tasapinna rebimisele vastava seisule seadib, nii sünnib see  
ka keerleva kehaga. Vurr, näituseks, seisab niikaua telje tipul  
püsti, kunni ta keerleb. Ketas ja jalgratas  
seisavad niikaua serval kunni nad veerevad.  
Teaduslisteks katseteks valmistatud vurr  
metallraami sees nimetatakse giroskoobiks.  
Keerleva giroskoobi raami sõrmede vahel  
hoides märkame, kuidas ta vastu paneb, kui  
ta telje sihti muuta tahame,\*) kuid suurem  
jõud saab sellest üle ja ratas hoiab nüüd  
uut sihti alles. Niisugust giroskoopi võib  
sirgu tõmmatud niidile köietantsija moodi  
püsti seadida ja nõela tipule asetada vastava  
asemete abil raami telgnuppudel. Giroskoobi  
ratas võib isegi keerlema panna ainult ühest  
otsast toetades (v. kujut. nr. 90) ilma et ta  
alla langeks, sest välise otsa vajumise korral  
peaks ta telje siht muutuma. Kui giro-  
skoop keerleb, võib teda papist karbi sisse  
panna ja see hoidub kas või ühe tipu peal püsti nii kaua,  
kui ratas ta sees tarvilise kiirusega käib.



Kujut. nr. 90.  
Giroskoop ainult ühest  
otsast toetatud.

Saksamaal oli juba enne sõda paaris kohas üheroopaline elektriraudtee  
käimas, kus vaguni rattad jalgratta printsübil üksteise järele käisid. Vaguni  
peatuskohal ei jäetud selle püstihooldmine aga mitte konduktoori kooleks,  
vaid sellel ajal keerles vagunis tugev – stabilisaatoriks nimetatud giroskoop.  
Berliinis oli sarnane tänavaraudtee üle majade katuste korraldatud ja  
proovisõit õnnestas täitsa, kuid ettevõtte äpardas siiski, sest ei leidunud  
sõitjaid. Ka hakkasid raudtee all olevatest majadest elanikud välja kolima.

Uuema aegsete suurtükide ja püsside kuulid pannakse suurtükitorus  
ja püssirauas olevate keerdsoonte abil keerlema, mille tagajärjel nad lennul  
oma telje sihti ei muuda, vaid ühtelugu terava otsa ees hoiavad,

Meile tähtis on, et maakera telg keerlemise tagajärjel  
oma sihti ilmaruumi suhtes iseeneset ei muuda, ja et ta orbiidi  
tasapinnal, mida ta teel ümber päikese sünnitab, vääratamata  
ühtemoodi  $23\frac{1}{2}^{\circ}$  püstloodist kõrvale kaldub. Kuna ta nii-  
moodi päikesele vaheldamisi põhja ja lõuna teljeotsa enam  
vastu pöörab, siis tekivad sellest aastaajad ja aast aastasse edasi  
kestev nabade külm kliimatiline seisukord. Kuna nüüd, nagu  
eelpool seletatud, isegi raudtee vagun sõidul küljeli ei vaju,  
asugu või sõitjad ka ühele vaguni servale, siis võime arusada,  
et hiigla jõud peab see olema, mis maakera telje sihti jäksaks  
muuta. Et niisuguseid jõudusid looduses ei tuntud, siis oli see,  
nagu eelpool tähendatud, üheks põhjuseks, et jääaegade sele-  
tuse võimalus maakera telje ümberasetamise teel kõrvale heideti.

\*) Seda giroskoobi katset saab isegi raami seest välja võetud ja keer-  
lema pandud jalgratta abil demonstreerida, kui selle teljeotstest kinni hoitakse.

Autoril õnnestas aga ometi mõne aasta eest ülesleida ja ära näidata looduses niisugust jõudu, ja ta rajas selle peale uue jääaegade seletuse teooria. Asume sellepärast vaatlusele, kust võiks eelpool tähendatud maakera teljesihi muutmiseks mõjuvaid põhjusi leida.

Niisugused põhjused peituvad maakera kokkupõrgetes vähemate taevakehade — meteoridega. Mõeldud on siin mõne suurema meteoori riivav lend vastu maakera pinda, mis maakera võiks teisiti keerlema panna. See esitaks arusaadavalt väikest katastroofi ilmakehade vahel.

Väikseid meteorisid langeb peaaegu igal õhtul ilmaruumist meie õhuvaldkonda, kus nad 30—50 km. kiirusega sekundis õhust läbi lüües ennast tuliseks\*) õeruvad ja meile siis langevate tähtede näol silma paistavad. Enamasti ei jõugi nad



Kujut. nr. 91. Leitud meteorkivi eespoolne pind ja servast vaade.

maakera pinnale, sest tekkiva kuumuse mõjul muutuvad nad isegi gaasiks. Ainult suuremad kivid löövad õhumerest täitsa läbi, kuid nende pinnal võib selgesti sulamise jälgi tähele panna. Leitud meteoorid koostuvad peaaesjaliselt silikaatidest ja lausa rauast.

Üsna tugevaid meteore lendab maakera pihta. Tuletan meele meteoori, mis enam kui 10 aasta eest üle Eestimaa lendas ja kusagil Botni lahe Soome rannaosas läbi jää mere

\*) Kaugelelaskjate püsside kuulid löid õhust läbilendamise mõjul pika tee peal sulama, nagu seda Inglis püsside juures Vene-Türgi sõja ajal 1877. a. tähele pandi, olgugi, et niisuguse püssi kuul ainult  $\frac{1}{2}$  km. kiirusega sekundis lendab. Uuematel püssikuulidel on sellepärast kindlamast metallist kest tümber.

põhja löi. Tekkinud jääaugust võis järeldada, et ta üsna tubli mürakas pidi olema, mille raskust mõne tuhande kg peale võib hinnata. Võrumaal, Vaabina vallas Oraveski põllul tundub praegu veel lohk, mille endine omanik hra Menning 1908. a. suvel lühikese ägeda äikesevihma ajal ennekuulmata kõuekärgetuse saatel ütleb tekkinud olevat. Auk olnud värskelt umbes sülla laiune ja mehe sügavune, järsu seintega, mille põhjas trehtri moodi kokkuvarisenud kobe liiv asunud, ilma et augu ümber mingisugusest väljavirutatud mullast jälgegi oleks leidunud. Arvatavasti on ka siin meteorilöögiga tegemist, mille väljakaevamiseks meteorikivide harulduse ja kalliduse tõttu sammusid tuleks astuda.

Suuremaid meteoori tükka on leitud mitmel pool maailmas, nii Mehhikos 25.000, 24.000 ja 15.000 kg kaaluvad tükid, Austraalias 70 penik. York'ist idapool 909 kg. raskune ja Gröönimaa ranna lähedasel Disko saarel, Uifaki juures Nordenskiöldi poolt 1870. a. leitud rauamürakad, millistest ta kõige suuremat 25.000 kg peale hindas. Et viimati tähendatud tükid pooleldi basaldi sees asetused, siis on uuemal ajal kahtlema löödud, kas nad tõesti meteorilised massid on, sest nad võida maagma (basaldi) läbi maakera südamest kaasakistud olla,

Kõik siitsaadik ülesleitud meteoorid on aga nii väikesed, et nende löögi mõju maakera suurusele ja raskusele vastavalt nulliks tuleb lugeda. Pealegi kustutavad nad vastastikku üksteise mõju selle läbi, et nad mitmes sihis sisse löövad. Tähepanekud näitavad: — mida suuremad on meteoorid, seda haruldasemalt nad ilmuvad. Sellest võib üsna loogiliselt järeldada, et suured meteoori löögid, mis tõsiseid katastroofisid võiksid esile kutsuda, vahest miljonite aastate jooksul korduvad. Kuna väikeste meteooride langemise fakt silmanähtavate tõenduste läbi väljaspool iga kahtlust seisab, suuri ilmakehade kokkupõrkeid täheteadlased juba ammu oletavad ja see seletus pealegi kinnitust on leidnud uute tähtede ilmumistes, siis oleks ju üsna loogika vastane vahepealseid astmeid salata. Meil jääks seega ainult üle otsida suurte meteooride löögi jälgi.

Niisugune jälg leiti kõige pealt Arizonas, P. A. Ühisriikide osariigis 1891. aastal, nimelt 3,4 km läbimõõta ja 190 m sügav auk märgatavalt ülespoole kerkinud servadega, mille ümbruskonnast hulk rauda sisaldavaid meteorikivi kildusi leiti — suuremad 425, 300 ja 150 kg raskusest. Auk on võrdlemisi loodis seintega, millest järeldada võib, et ka meteoori löök loodis maakera pinda on trehvanud. Iseenesest mõista ei või niisugune löök maakera rotatsiooni muutmiseks kaasa mõjuda, küll aga vahest maakera teerõnga pikerguseks muutumiseks.)\*

\*) Sarnaseks meteorilöögi jäljeks julgen pidada ka mitmekesisteks vaidlusteks põhjust andvat Kaali järve Saaremaal.

Tuleb seega otsida riivaja meteoori löögijälge, mis laialise praona peaks esinema. Niisuguseks — praoks pidasin kord isegi Punasemere sängi, kuid selle siht ei vastanud P. Euroopa jääaja seletuse nõuetele. Appi tuli mulle sellepoolest Dr. A. Wegener oma uuema väidetega. Selle õpetlase arvamise järele on Atlandi meri hiigla pragu, mis avanes Ameerika vanast maailmast lahkuvarisemise tagajärjel. Tõendusi leiab ta oma väitele sellest, et mitmed vana maailma kihistused otsekohe Ameerikas edasi jätkuvad, — ainult Ameerika edasilibisemise põhjusi ei saa ta küllalt rahuldavalt esitada, — peab selleks lihtsalt maakera rotatsiooni ja kuu mõõnasid ning tõususid sünnitajat mõju.



Kujut. nr. 92. Atlandi meri laia praona.

Tõepoolest on Atlandi merel laia prao nägu, nagu igaüks siin toodud kaardilt võib näha. Selle nähtuse põhjuseks pean aga just oletatud suure meteoori löögi mõju, mille läbi maakera kiirema ja teisesihilise rotatsiooni omandas, kuna Ameerika vanast maailmast inertsilise mõjul maha jäi. Lahku varisemine ei jäänud enne seisma, kui Ameerika lääne rannas Kordiljeeride ja Andide üleskuhjamise läbi tõke tekkis (ka Dr. Wegeneri arvamine). Seega tuli meteoori löögijälge Ameerikast idapool — ida sihilise praona otsida. Niisugusena esineb maakera pinnal ainult Vahemeri.

Nii üllatav, kui sarnane otsus ka ei ole, tuleb tähendada, et ta ütlemata tõenäolik on, sest ta haarab seletavalt peaaegu

kõik senised geoloogilised mõistatused ümber ühise lõngaga, nagu see järgnevalt lahendub.

Ameerika Kordiljeeride ja Vahemerd ümbritsevate mägede ülelökkamised saavad arusaadavaks. Apenniini ja Balkani poolsaarte ida poole rebitud kuju vastab meteoori tõukele. Merede vesi paisati hoo mõjul (inerts) üle kallaste ja see tekitas rahvaste mälestuses praeguse ajani alleshoidunud suure veeuputuse.

Asume üksikasjalisema seletuse juure.

Kindlama tõenduse minu oletusele toovad uuemad geoloogilised uurimised Schardi, Lugeon, C. Schmidt, Heimi ja Uhligi poolt Alpide, Karpaatide ja teiste Vahemerd ümbritsevate mägestikkude ehituse üle. Nende järele on Alpid ja Karpaatid kirde sihis mitmekordselt ülelökatud (võrdle peatükk mägede tekkimise üle leh. 45.). Apenniinid on ida sihis, Atlas mägestik põhjast lõunasse ja Püreneid lõunast põhja poole ülelökatud. Kujutame omale ette, et ülelökatud kihid tagasi saaks tõmmatud, siis taganeks nad praeguse Vahemere sängi; sealt on nad seega pärit ja ainult hiigla meteoori löök jaksas neid sealt väljatõrjuda. Paistab, nagu ei sünniks oletus Püreneide kohta, sest Gibraltari kitsuses pole ruumi kortsude taganemisele. See tuleb sellest, et nende mägede ahelik ei asunud alguses mitte lääne-ida, vaid loode-kagu sihis tihedalt vastu Prantsuse maad. Biskaja laht avanes alles, kui mainitud poolsaar ühes mägestikuga ainult üht nurka pidi mannermaaga sidemes olles paljastatud poolvedela maagma pinnal viimasesse tekkinud löögivao kokkuvalgumisel keeras. Käärde avangu sarnane teravsopiline Biskaja lahe kunni Vahemereni ulatav algkuju on moonutatud Garonne madaliku läbi, mida see jõgi Biskaja lahte oma sadestustega täites on loonud.

Nii siis tuleb järeldada, et meteoor juba Gibraltarist lääne pool oma rebimise tööd algas. Väga võimalik on, et ta juba Apenniinide ja Balkani poolsaarte alt läbi minnes kaheks osaks harunes (lõhkes), mille üks osa Musta- ja Kaspia merede sihis maakoorika all edasi liikus, kuna teine Vahemere ida osa lõhestes. Musta mere, — võib olla ka Kaspia mere ja Aarali järve peale võiks vaadata kui eksplosiooniliste avangute peale, mis löögi avangusse järeltungiva vee aurustumise läbi said tekitatud. Kõik Vahemere, iseäranis Greeka Archipelaagi saared on löögipuru, mis koorika tükkidena kui kergem aine jälle maagma pinnale kerkis. Iseäranis huvitav on vaadata, kuida Küüpruse saar just kui Vahemere kirde sopist on välja nihkunud. Löögipuru, mis meteoori esimesest kokkupuutumisest maakera koorikaga eelpool praegust Gibraltari kitsust tekkis, varises muist Ameerikaga ühes ja sünnitab nüüd Lääne-India saarestiku, muist jäi maha Azooride, Kanaaride ja Kap Verde saarestikudena.

Tuletame edasi meele dünaamilisest osast, et Vahemere ümbrus vulkaaniliselt üks rahutum piirkond on terves maailmas: merealused vulkaanid Santoriini saarestiku juures ja samane Sitsiilia lähedal; edasi merealused vulkaanid Kanaari- ja Azooride saarestikkude juures; maavärisemiste pesapaigad, millistest mõned (Epiirus) rahul ei seisagi, vaid ühtelugu vöbisevad. Võib olla, et Sümplegaadide ehk Kyaneeide (Bosporuse) kaljude vastastikku kokkulöömise teade argonautide muinasjuttus sulatõe alusel seisab. Arusaadavaks läheb ka basaltide ja trahiitide ülespressimine lõhedest kui ka muudelt paljastustelt.

Peale muude pragude sündis siis ka Lääne-meri oma lahedega ja võib olla isegi Valge-meri. Kaardil vaadates näeme, et ainult tarviline tõuge — ja Lääne- kui ka Valgemere lõhed vajuvad jälle kinni. Soome laht on tekkinud, et pealis-kambriumi ja siluuri lademed libedal kambriumi savi alusel edasi libisesid. Saani jalakse moodi ülesjäänud pae-serv, mis omast ingressioonilisest liitumisest Soome raudkivi rannalt end vabastas ja kaasa tuli, vajus varsti oma raskuse rõhumisel alla nii, et meie rannal järsk paesein tekkis, millele vastav lõhe sein teisel pool lahte pole näha sellepärast, et ta lahe põhjas puhkab siin ja seal ainult veel üksikuid saarekesi sünnitades. Pole sellepärast ka imeks panna, kui F. Schmidt teatab, et Tallinna lahe põhi kambriumi liivakivist koostub, kuna ometi Roka-al-mare ja Suhkrumäe verul liivakivist allpool lasuv sinisavi veepinna piiril on näha. Tuleks läbi uurida, kas näit. Naissaare alus ei koostu paelubja kihtidest. Niisugusel lool võiks oletada, et see Harku madaliku pealt tagasi libisenud lahmakat esitab. Kui kaardil näituseks vaatleme Hiiu ja mannermaa vastasseisvaid rannapiire, siis näeme, et iseäranis Hiiu saar temalt lahti varisenud näib olevat, muidugi ka teised Eesti lääneranna saared. Sõjaaastatel laevatee väinadest läbi Riia lahesse lahtikaevamise juures leiti mere põhjas peasjaliselt savi (sini!) ja mitte pae-kiivid, nagu nende edasi jätkumisest mere all varem räägiti. Ainult poole km pikkuselt on ühes kohas õhuke paekord ees olnud, mille all jällegi savi leidus. Ei taha sugugi kokkukõlas olla muude andmetega vaade, et meie järsk paekallas on tekkinud endise Joldiamere lainte purustamisest, sest ei ole mõistetav, kuha purustamisest tekkinud materjaal oleks jäänud, kui Lääne mere ja ta lahede säng varem kambriumi ja siluuri kihistuste ainetega oli täidetud. Lääne mere põhja läbikatumised on selgeks teinud, et ta põhi savisarnastest kihtidest koostub, mille sisse järsud sügavuse vöödid lõikavad. Niisugune lõheline savipind võis tekkida, kui tema üle Skandi-naavia lasud lääne poole libisesid.

Dr. Wegener toob oma seletustes muu seas ka häid oletusi, mis mannermaade staatilist seisukorda üleüldse, kui ka pinna edasinihkumise võimalusi valgustavad.

Maakera suurt võrdlevat raskust (5,59) arvesse võttes, tuleb oletada, et tema seesmised osad raskeid ained (Wegeneri järel Ni ja Fe) sisaldavad. Ka muldsed koorika osad on raskuse järele korraldatud: ülemise — Si ja Al sisaldavate ainete arvata 30 kilomeetrit paksu kihi võrdlev raskus oleks 2,5—2,7, alumise, Si ja Mg sisaldavate ainete (basalt, diabas ja teiste) kunni 1500 kilomeetrit paksu kihi võrdlev raskus 3—4. Alumise kihi ainete sulavusepunkt on ülemise omast 200—300 kr C. madalamal. Sellest järgneb, et alumise kihi ained, kuigi nad ka ehk juba tarduma löönud, rohkem plastilised peavad olema, kui ülemised. Ülemised ujuvad alumiste peal nagu jääpangad veepinnal. Pealmiste kihtide kokkukujumise tagajärjel vajuks paksemad pangad osalt ka sügavamale alumisesse, ilma et nad sellepärast altpoolt sulama lööks, sest ülemiste kihtide sulavuse punkt on ju hästi kõrgemal. Et aga üleval ujuvad pangad on kergemast aineist, siis jääks ka staatilise tasakaalu kätte jõudmise korral paksema panga hari loomulikult kõrgemale, — ulataks meredest välja. Merede kohal on vee kiht, muidugi mõista, kergem aine; paksema, võrdlemisi raske maagma kihi läbi on tasakaal aga siiski jälle jalale seatud. Koorikosade tasakaalu nimetatakse isostaasiaks.

Eelmistest oletustest lähevad minu omad selle poolest lahku, et ma maakera südamesse veel raskemaid aineid paigutan, kui ainult nikkelteras.

Maakera südames peavad kõik ained võrdleva raskuse järel lasuma, tuntud metallidest Pt, Ir ja Os kõige sügavamal. Neid metallisid ei oleks üleüldse maapinnal leida, kui mitte mõned katastroofid neid pinna poole poleks kergitanud. Niisuguste katastroofide väärilisteks põhjendajateks võin ma ainult suuremate meteooride maakerasse löömist lugeda. Metallide leitavust maakera pinnal tähele pannes näeme kohe, et sel määral, kuidas metallide võrdlev raskus tõuseb, nende leitavus kahaneb (v. lhk. 39). Arvan märgist mitte mööda laskvat, kui järeldan, et Mendelejevi tabelis veel ära märkimata 8., 9. ja 10. rea algainetest suurem osa oma võrdleva raskuse pärast maakera, päikese kui ka teiste kehakamate taevakehade südames peituvad, kust neid veel ükski võim pole nähtavale toonud. Meteoorist, mis Vahemere löi, tuleb kindlasti oletada, et ta maakera rotatsiooni muutmise tagajärjel mitte üksi pinnal mitmekesiseid liikumisi ei sünnitanud, vaid ka sügavasse maagmasse tungides viimases suuri edasi-tagasi mõõnamisi tekitas, mille läbi raskemaid aineid maa südamest pinna poole toodi. Oli ju Vahemere ümbrus vanasti ja osalt ka praegu veel raskete metallide leiukohaks.

Kuna nüüd sellest meteoorist oletame, et ta lõpuks maagmasse peitunes, siis pole ka imeks panna, et temast palju

maapinnale pole jäänud. Tükkisid sellest meteorist pole siit-saadik veel järjekindlalt otsitud, on aga siiski huvitav siin tähendada, et Marmara meres kivimürakas asub, pool vees pool kuival, millest arvatakse, et ta meteoori kivi võiks esitada. Vast ei ole ka palju öeldud, kui Mehhikos leitud meteoori tükka, millistest eelpool juttu tegime (25,000—24,000 ja 15,000 kg) suure meteoori kildudeks loeme, mis Ameerikaga edasi libisesid. Auk maakoorikas, millest meteoor läbi löi, võis küll üleskerkivate (maagmast kergem aine) tükgede läbi sulatud saada, et aga suuri lahtiseid pragusid pidi järel jääma, on ka enam kui kindel. Ätna, Vesus, Monte-Nuovo ja Sandoriini saarestikus mere all töötav tulepurskav mägi tõendavad viimast oletust.

Maagma pidi aga ka pinnatükgede edasivarisemise läbi paljastuma, iseäranis kohtadel, kus lahtirebenemised väga ägedad olid. Tõepoolest tõendab suurepärase Fäär Öör — Island — Gröönlandi basaldi lademik ka niisugust oletust. Basaldist nimelt oletavad geoloogid, nagu dünaamilises osas kuulsime, et ta endiste aegade erupsiooni ainet, nimelt — endiste massiliste vulkaanide laavat esitab.

Pöörame nüüd katastroofi juure tagasi ja heidame pilgu suure veeuputuse peale. Et see hoo läbi üle kallaste paisatud mereveest sünnitud võis olla, selleks pole pikemat tõendust tarvis. Huvitav on siinkohal ainult konstateerida tõsiasja, et piibli kirjeldus veeuputusest väga selle uue teooriaga kokkukõlas on. Piibel teatab: „Maa lõhkes, ja sügavuse allikad avasid end“. Et selle suure katastroofi puhul igal pool ka maa lõhkes, on enesest mõistetav, kuid inimestel polnud nähtavasti aega uurimiseks, kas kohutav veevool mitte mujalt kui maalõhedest pärit ei ole. Et meteoori sisselöök ka õhuvallas revolutsiooni tekitas, mis 40 ööpäevalist kõigehirmsamat vihmavalingut kaasa tõi, on ka väga mõistetav. Tähendud aeg ei ole pikk ega lühike selle nähtuse likvideerimiseks. Nii täpipealsed edasiandmised suusõnal ei paista aga mitte väga tõenäitlikud olevat. Oletan sellepärast, et piibli veeuputuse kirjeldus juba algusest peale kirja pandi, — et inimene juba enne veeuputust kirjaoskaja oli.

Ei või üleliigseks lugeda, siin juures katsuda järelkaaluda, kas nimelt ka ballistilised väljaarvamised ja rehkendused nende oletustega kokku käivad.

Endine naba oli Skandinaavias. Ütleme, et see oli 20° lõunapool praegusest. Kuna joon üle uue ja vana naba ristloodis seisab Vahereme sängi sihi peal, siis tuleb arvata, et löök endise ekvaatoriga enamvähem roobastikku pidi käima. Endine ekvaator oli sellega praegusest ekvaatorist 20° lõunapool. Vahemere kesksäng on praegusest ekvaatorist 40° põhja-

pool. Praegune ekvaator esitab parallelogrammi diagonaali endise rotatsiooni (endise ekvaatori) ja meteoori löögijõu avalduse (Vahemere süngi) vahel. Selle põhjal võime jõudude parallelogrammist järeldada, et endises rotatsioonis peituv jõud umbes 2 korda suurem oli meteoori löögijõu avaldusest. Kui praeguse rotatsiooni kiirust endise ligikaudseks summaks võtame, siis järgneb sellest, et 360 kraadist, mis maakerale praegu 24 tunni jooksul teeb,  $240^{\circ}$  endise rotatsiooni arvele, meteoori löögi arvele aga  $120^{\circ}$  tuleb. Maakerale rotatsioon pidi seega  $\frac{24\ 360}{240} = 36$ -tunniline olema. Meteoori löök on talle järgnevalt umbes 12 tunnilise kiirenduse toonud ehk teiste sõnadega — meteoor oleks seisvale maakerale kiiruse annud, mille mõjul ta  $\frac{24\ 360}{120} = 72$ -tunnilise rotatsiooni oleks saanud. 72 tundi = 259.200 sekundi. Meteoori löök andis seega ekvaatori täppele  $\frac{40000000\ m.}{259200\ sek.} = 154$  meetri kiiruse sekundis. Sellele rotatsiooni kiirusele vastaks umbkaudu poolevõrdne, s. o.  $\frac{154\ m}{2} = 77$ -meetrline terve maakerale liikumine otsejoones. Taevakehade kosmiline kiirus on harilikult 40—50 kilomeetrit sekundis.\*) Meie meteoori maakerale liginemise kiirusele võis veel maakerale vastulennu läbi teel ümber päikese, mis ligi 30 k sek. välja teeb, — lisa tulla,\*\*) nii et terve liginemise kiirus vast 77 k peale sek. kasvas. See kiirus oleks 1000 korda suurem (77 k : 77 m) kiirusest, mis meteoor väljaarvamise järel maakerale andis. Meteoor pidi seega raskuse (materiale) poolest  $\frac{1}{1000}$  maakerale ja meteoori kogusumma suuruselt olema. Oli maakerale ja meteooril ühesugune tihedus (erikaal), siis pidi meteoori läbimõõt umbes  $\frac{1}{10}$  maakerale läbimõõdust olema, sest niisugusel juhtumisel oleks praegune maakerale (maakerale ja meteoori summa) meteoorist 1000 korda suurem ( $10^3 = 1000$ );  $\frac{1}{10}$  maakerale läbimõõdust — umbes 1270 k — vastaks täiesti Vahemere süngi laiusele.

See väljaarvamine vastab muidugi mõista umkaudselt tõele. Oli meteoor kaaluliselt väiksem, siis pidi ta lennukiirus vastavalt suurem olema, oli ta aga suurem siis võis ta lennukiirus sedavõrd väiksem olla. Meie ei tea, kui palju jõudu põrkamisel soojuseks muutus, — meie ei tea ka, kas pragu paiskamise mõjul laiem ei tekkinud meteoori läbimõõdust, samuti — kas ta pärast palju kokku vajus. Kuna aga meteoori mass maagmasse peitus, siis pidi see hüdrostaatilise surve seaduste järele maagmat paljastuskohtadelt ja lõhedest välja suruma, ilma et sellest strato vulkaanide kombel veeauru surve osa oleks võtnud, —

\*) Denningi tähelpanekud 19. juunil 1913. Inglismaal kahe meteoori kohta. Prochaskas Jahrbuch der Naturkunde 1914 lhk. 48.

\*\*\*) Meteoor võis tõepoolest maakerale ta teekonnal kas tagant järele, risti peale ehk koguni eestpoolt vastu lennata.

teiste sõnadega — ta pidi esile kutsuma massiliste vulkaanide rahuliku maagma ülespressimise.

Igäuhte huvitaks ka vist küsimus, kui kaugele võis meteor maakeri koorika all edasi tungida. Selle küsimuse lahenduseks leidub tõesti väike pide. Kesk-Aasias, meteoori löögi sihis on olemas kuulus Gobi ehk Schaamo kõrbe, umbes 1800 km pikk ning 800 km lai, mis geoloogide arvamise järele hiljuti veel merepõhi oli, nüüd aga keskmiselt 1200 m meripinnast kõrgemale on tõstetud. Seda tõusu peetakse mõistatuslikuks, sest niisuguse tõusule vastavaid kortsmägesid pole seal leida. Kui aga oletame, et meie meteor, mis kergetest silikaatidest ja raskematest metallidest koostus, mainitud kõrbe alla jäi peatama, siis võis küll juhtuda, et raskemad ained meteoori massi sulamisel maakeri südamesse vajusid, kuna kergemad ülespoole kerkisid ja pealpool lasuvat koorikat tõstsid.

Tuleb tähendada et see katastroof mitmel pool nii hästi tõusisid, kui ka vajumisi pidi sünnitama. Kuna eelmiselt oletasime, et endine naba Hammerfesti ümbruses võis asuda, siis oli maakeral seal kohal lamendus — olgugi ehk vähema rotatsioonist pärast vähem praegusest; selle vastu pidi ekvaatori ala kühmuna esinema. Nüüd tõuseb aga küsimus, kas endistest lamendustest ja kühmudest meile pole märki jäänud. Lord Kelvini sellekohaste väljaarvamiste järele\*) on maakeri koorik veel praegu nii paenduv, et lamendust igasihilise telje järele võiks omandada. Endiste lamenduste otsimine, mida mõõta võiks, oleks seega õiete asjata väev, kuid paistab siiski, et meil selle üle tunnistused ei puudu. Kas ei ole praegune Skandinaavia, Soome ja meie maa tõus (keskmiselt 1 m. 100 aasta sees) kui ka endine tõus (kuni 300 m), mille ulatuse üle endiste lainetuste piirkonna jälgede järele Skandinaavia mägedes jaksame otsusele jõuda, — just endise lameduse likvideerimise nähtus? Siitsaadik pandi seda tõusu ainult jääkoorma alt vabanemise arvele\*\*)

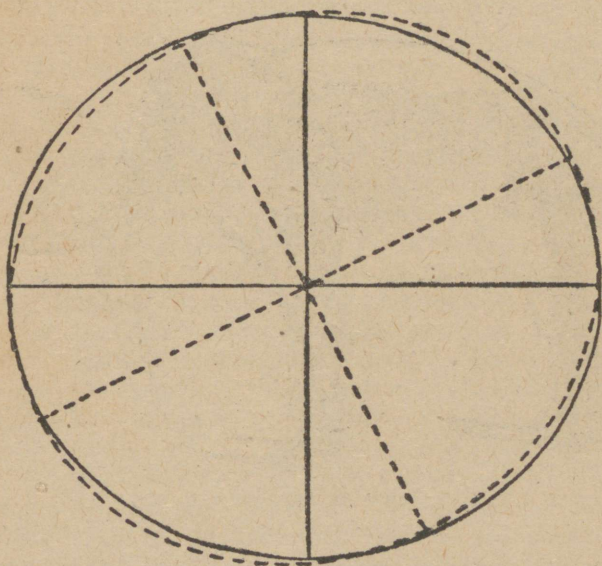
Neumayr tähendab tõusude ja vajumiste kohta, et tõus endistel maksimaalsetel jääasetustel polaarsetes osades on üsna järjekindel, kuna ekvatoriaalsete alade kohta pole võimalik mingit seadusepäralsust ära tunda, — mõnes kohas vajub, mõnes tõuseb maa, teistel jälle pole ühte ega teist märgata. — Nii on Põhja Aafrika rand ja Lõuna Euroopa praeguse Vahe-mere kohal juba ees olnud Theetise mere lainete alt tõusnud, kuna Lõuna Aafrikas vajumist võib märgatata. Vaikse mere korralli saarte veest ulatamine on selgem tõendus seal valitseva tõusu kohta, kuid põhjus on mõistatuslik.

\*) Prochaskas Jahrbuch d. Naturkunde 1913 a. lhk. 45.

\*\*) E. Kayser Lehrbuch d. Geologie II a. 6 trükk (1921), lhk. 291.

Ka nende nähtuste jäoks pakub uus teooria seletust. Kui endine ekvaator  $20^\circ$  praegusest lõunapool (L.-Aafrikas) asus, siis pidi ümberpaigutus endise kohale — L.-Aafrikale vajumist, põhja poolsetele osadele aga kerkimist kaasa tooma. Nagu siin toodud kujutusest näha, ei allu tõusule ainult endise naba ja praeguse ekvaatori asukoht, vaid ka kõik vahel olev osa. Seega leiab terve Euroopa kerkimine põhjendatud seletuse. — Kuna edasi endine ekvaator arusaadavalt praegusest umbes Indiate kohal risti üle löikab ja Vaikse mere alal  $20^\circ$  põhja poolt praepaegusest läbi läks, siis tõi tema lõunapoolse nihkumise lõunapoolsetele osadele tõusu ja põhjapoolsetele langemise. Koralli

P



L

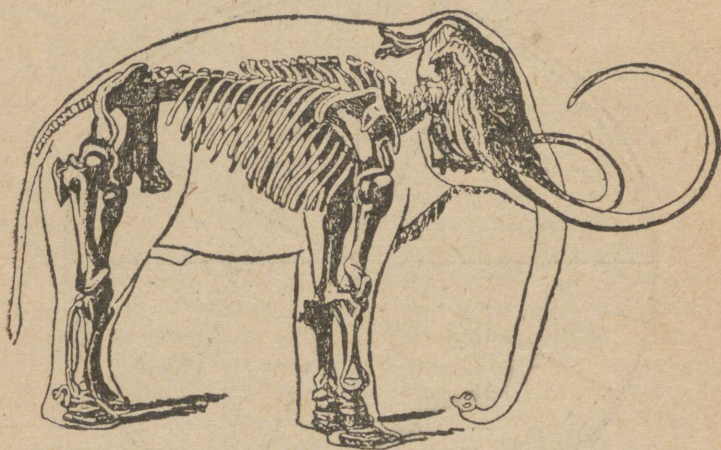
Kujut. nr. 93. Endine maakera ellipsoiid (punktiir) ja praegune läbilõike.

saared asuvad aga just praegusel ekvaatoril ja sellest lõuna pool, kuna ekvaatorist põhja pool neid ei leidu, nagu igaüks vastaval kaardil võib näha. — Indias ei peaks ei tõusu ega langemist olema, sest seal on mõlemate ekvaatorite ühine asukoht; kui seal aga siiski tõusused on märgata, siis on selleks ka põhjused, millest järgnevas parajal kohal juttu teeme.

Kui omale meele tuletame, mis mägede tekkimise protsessides rääkides katastroofide, Darvini selektsiooni teooria ja uuema heterogeenilise teooria kohta ütlesime, siis näeme nüüd, et

Cuvier'l (l. Kuvjeel) osalt õigus oli. Katastroofid hävitasid vanad loomad ja taimed suuremal hulgal ära, kuid uued ei loodud otsekohe, vaid arenesid järeljäänutest kaunis järsul mutatsioonil. Põhjusi selleks tõi katastroof umbes järgmisi: kliima muutus, valguse suhted (uus rotatsioon) muutusid, eluvahendite — merevee soolsisaldusline ja õhu-koosseis muutusid ning isegi raskusetung muutus viimase katastroofi korral maakera ainele ühe tuhandiku võrra lisatoomise ja nabadel ning ekvaatoril kiirema rotatsiooni läbi raskuse mõju vahede suurendamise läbi (v. lhk. 44).

Ei või siin vaikida ka sellest, et just käsitusel olev katastroof ühe erilise mõistatuse endiste loomade kadumise kohta ära seletab. Jääpiirkonna ligiduses, paraaja vöö piirides elasid



Kujut. nr. 94. Mammut.

mammut, ninasarvik, machairoodus ja teised. Viimase kadu on saladuslik, sest ei olnud looma, kes temast üle oleks käinud ja tema hävitajaks oleks võinud tõusta. Katastroof aga pidi loomulikult suuremate elukate peale raskemalt mõjuma. Pole sellepärast ka imeks panna, et nad kõik hävinesid. Mammutist ja ninasarvikust aga on Siberi külmand rabadest leitud kehasid tervelt kõige liha ja nahaga, esimesest kaks isegi välja kaevatud \*) (v. lhk. 93), mille juures koerad ja inimesed nende liha maitsesid. Barón Tolli ekspeditsioon leidis Siberi põhja rannas terve mammuti keha, mis sügaval läbipaistvas jääs küll näha oli, kuid mida võimata oli kätte saada. Teadlased on sellepärast arvamises, et terve Siberi tundrad on täi-

\*) Jõgi oli neid juba külmand tundra pinnast pooleldi lahti uhtunud.

detud rabasse uppunud ja sisse külmetanud suurte loomade kehadega.

Et loom rabasse võib uppuda on mõistetav; et ta keha aga kohe jääks külmetab enne kui ta liha pahaks sai minna, see oleks vast ühe looma juures haruldane, kuid ülihuvitav juhtumine; — et see aga järjekindlalt sünnib, tunnistati lihtsalt arusaamatuks. Meie uus teooria toob aga ka siia valgust.

Katastroofiga kaasas käiv uputus tõi suurte elukatele surma. Et nad rabas armastasid püherdada, siis jäid nende kehad suuremalt osalt niütelda jalgupidi rabasse kinni ja vesi ei saanudki neid ära tassida. Enne paraja kliima piirkonnas asunud, paigutati neid maakera telje järsu muutuse läbi külmema piirkondadesse just kui jääkeldrisse. Muu on isegi selge.

Mis veest edasi viidud mammuti kehasse puutub, siis tuleb selle kohta tähendada, et isegi meie maal nende luid on leitud. Autori loodusteadlistes kogudes on noore mammuti hammas, mis Lõuna-Eestis Peetri jõe sängis (Mustjõe haru) on leitud. Et see maa-ala mannermaa jää all lasus, siis ei võinud loom ise siin elutseda, vaid katastroofi veevool võis seda siia kanda. Huvitav on pealegi, et loom noor vasikas oli, kes, võib olla, veel mitte sügavasse rabasse ei vajunud.

Katsume nüüd selgusele jõuda, kas oletatud katastroof vast nii tugev ei olnud, et ta kõik elu oleks pidanud ära pühkima. Tõepoolest, eelmiselt oletatud ekvaatori täpe 154 meetriline kiirendus sekundis on midagi pöörast: — ta esitab 5-kordist kõige kiiremat autosõitu, mis tunnis oma 120 km sõidab, ehk umbes 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub>-kordist senni tuntud kõige tugevama tormi kiirust. Kui see teostuks ühe hoobiga, siis võiks tõesti küsitavaks tõusta, kas niisugune üleüldse veel elu jälgi järele jätaks:

Ligemal kaalumisel leiame, et lugu nii hull ei võinud olla. Katastroof ei olnud sekundiline, vaid ta võttis aega. Aega kulus nimelt, kunni meteoor oma rebistamise töö ühest Vahemere otsast teise läbi tegi, ja kui ta seal oleks seisma jäänud, siis nõuaks see ka Vahemere 3860 kilomeetrise pikkuse juures vähemalt oma 8 min. aega, nagu sellekohased väljaarvamised näitavad. Meteoor lendas küll alguses 77 km kiirusega; poolel Vahemere pikkusel oli ta pool jõudu kaotanud, lendas seega ainult umbes 38 km kiirusega, kolmveerand Vahemere pikkusel — 19 km. kiirusega jne. kunni ta kiirus nulliks muutus, — meteoor seisma jäi. Kõik see aeg aga rebis ta maakera kiiremale käigule. Iga autojuht kinnitab fakti, et võimalik on autot ühe minuti jooksul seisust kõige suurema 120 km. kiiruse peale viia, ilma et purunemist või surma karta tuleks. Maakeral oleks seega viie minutilisest katastroofist jatkunud, et elu mitte lausa surmata. Kui siinjuures aga meeletuleme, et

oletuse järele meteor juba eelpool Gibraltari kitsust oma tööd algas ja vast Kesk-Aasia all lõpetas, siis võime katastroofi kestvust küll  $3 \times 8 = 24$  minuti peale hinnata. Siia juure tuleb veel lisada, et inimesel mere peal laevas arvatavasti kõige kergem oli peaseda, sest õhumere tagasivoolutorm ei tulnud siin maksvusele, kuna vesi samasuguse kiirusega hakkas tagasi lendama.

Kui meie katastroofi nähtusi omale vaimus tahaksime ette kujutada, siis võiksime peale juba avaldatud andmete umbes veel järgmist konstateerida.

Veevoolud viisid mannermaa jäälasudest vähemalt suurema jao kohe laiale. Vahemere maagmani paljastatud süngi tungis vesi. Sellest tõusid määratud aurusambad taevapoole, mis laiali valgudes veeuputuse kirjelduses mainitud 40 ööpäeva pikkuse vihma välja kutsus. Kui vete inertsi mõjul mõõnamine vaikis ja Pirenei poolsaare ettevajumine suurema veevoolule Atlandi mere poolt piiri oli pannud, siis kestis kuumus ja vete aurutamine Vahemere süngis natuke vähemal määral ikka veel edasi. Pikaldase kuumuse mõjust annavad Vahemere ümbruse rikkalikud marmori lasud tunnistust ja leiavad ise seletust. Laialivalguvast veeaurust tekkis ülemistes õhuvaldkondades vool põhjapoole ja teine katastroofi kohalt lõunapoole. Alumistes atmosfääri osades aga tekkisid vastand tuuled. Selle tagajärg oli põhjapool suurte sademete hulga ja alaliste põhjatuulte mõjul alumistes õhukihtides uus jääsünnituste periood (teine jääaeg), kuna natuke moonutatud tingimistel P.-Aafrikas hiigla vihasajud pidid teostuma. Aldshiiri ja Atlasmägestiku ümbruskonna kohta on see ka Prantsuse inseneeride läbi kindlaks tehtud (v. Neumayr Venek. v. I lhk. 661). Esimene — kaugemale ulatav jääaeg teostus muidugi aegadel enne katastroofi, kus Ameerika veel Vana maailma kõrval asus. Sellel ajajärgul oli siis ka võimalik, et nendel laialistel mannermaa aladel kusagil praegune Tübeeti sarnane maa asus, kust siit-saadik mõistatuslikuks tunnistatud P.-Alpide ja Baieri lössilademed lähtekoha võtsid. Ameerika Euroopaga kõrvutiasumise läbi on ka probleem lahendatud, kudas maakera telje Skandiinaavias asumise korral samal ajal P.-Ameerika kirdeosas jää võis valitseda, — oli ju see maa siis täitsa endise naba piirides. Muidugi mõista — pikaldaselt — aastatuhandate jooksul suikus suurvulkaaniline tegevus Vahemere piirkonnas, mis jääl lõpuliikult lubas P.-Euroopast kaduda, kuid täitsa likvideeritud pole katastroof teadupärast ka veel tänapäev mitte.

Kuna jääaegasid geoloogilistel aegkondadel rohkem kui üks on kindlaks tehtud, siis tuleks maakera rotatsiooni muutvaid hiiglameteoori löögikohti veel teisi otsida. Sellepöolest kahtlaseks tuleb pidada merekohti, kus palju saari leidub (maag-

mast üleskerkinud löögipuru) iseäranis aga, kui ümbruskonnas ka suuri meteorikildusid leidub. Niisugustena oleks esimeses joones nimetada saarestik P.-Ameerika ja Gröönimaa vahel, kuna ühe peal nendest, Gröönimaa järel loetaval Disko saarel Ovifaki (Uifaki) ligidal, pealegi Nordenskiöldi poolt 1870. a. ülesleitud meteorikivi tükid osalt basaldi (!) sisse asetud lamavad. Teine kahtlane koht on Indiate ja Austraalia vaheline saarestik.

Dr. A. Wegeneri oletuste järel on millalgi ka Aafrika lõunatipp ja mõlemad Indiad ühendatult jää-aja läbi teinud, millele vastunaba ta Beeringi väinas arvab leiduvat.\*) Niisugusel juhtumisel ei laseks Indiate lahtirebenemine Kapmaast ja Ees-India kokkuliuglemine Himalaja mägestikuks ennast hästi Vahe-merd loova meteoori arvele panna. Himalaia mägede kokkuliuglemine, kus pealegi muu seas ka ülelökkamised on kindlaks tehtud, näitab liikumist põhja sihis. Sellele lisaks passib veel, et Uus-Guinea kuju ja asetus niisuguse mulje annab, nagu oleks ta Karpentaaria lahest välja rebitud. Seda tõendab ka Uue-Guinea mägestikkude siht läänest idasse. Ma ei eksi vist palju, kui arvamisele maad annan, et Permi jää-aega lõpetav meteoor, mis aga omalt poolt viimasele Põhja-Euroopa jää-ajale alguse andis, India ookeanisse sisse löi ja hukatuse tõi kõigile mesozoi aegkonna hiiglasalikkudele.

Samuti võib oletada, et P.-Ameerika ning Gröönimaa vahelise praio meteoor löi, mis muuseas (selleaegse maade asetuse järele hinnates) Fenno-Skandia mäed kokku kuhjas, kust pärastine P.-Euroopa jääaeg omad raudkivirahnud ja muu materjali laenas, ühtlasi aga Permi jää-aja algatas.

Kui meie niimoodi otsusele oleme jõudnud, et sarnased katastroofid peajasaliselt üksteisele järgnevaid geoloogilisi aegkondade esile tõid, millistele üksikuil mail uuesti tasakaaluviivad maavajumised, maavärisemise ja strato-vulkaanilised katastroofid järgnesid ning geoloogilistele ajajärgudele aluse löid, — siis tuleks kõige pealt küll ladeskondade vahapiirid just katastroofide momentidele asetada — niivõrd — kui neid võimalik on kindlaks määrata. Sellel alusel lõpuülevaadet kokku võttes saaksime järgmise ettekujutuse geoloogiliste sündmuste käigust.

Kuna punalasuvas hiigla erupatsioonid on teostunud (v. lhk. 97) ja mitte vast permi ja triiase vahel, siis on selge et katastroofiline vahe (Baffini meteoor) paläozoi ja mesozoi aegkondade vahel tuleb seia asetada. Ka permi kihtide raskemetallide rikkus on seletatav eelkäiva katastroofi läbi. Terve permi järk tuleb seega lugeda juba mesozoikumisse ja ta esitab vaeseks

\*) Tõepoolest oli see vist Aleuutide kohal mere peal, nii et meil temast jälgi ei ole. Samaselt ei ole ka P.-Euroopa jää-aja vastunaba kohal Vaikses meres võimalik jää jälgi kindlaks teha.

jäänud (!) loomastikus ja taimestikus suurt mutatsiooni perioodi (v. Neumayr II. lhk. 187), kus endiste ja uute taimede ja loomade vormid on segamini. 6000 m paksud India gondvaana kihid, mis peaaegselt moreensünnitustest koostuvad (Neumayr II lhk. 178—182) ning nendele sarnased kihid Austraalias, Kapaal ja isegi L.-Ameerika tipul näitavad, et need maad üheskoos nõndanimetatud permi jääaja on üleelanud. Et gondvaana alumised osad — talhiiri kihid — pealis-karbooni aineid sisaldavad, on loomulik, sest kui see jääaeg oma kohale asus, hakkas ta kõige pealt pealmisi maakoorika osasid ära koorima. Polaar iseloom jäi selle paigale terveks mesozoi aegkonnaks, kuid et gondvaana pealisosas pealis-juura meriladestusi leidub, (Neumayr II lhk. 189), siis järgneb sellest, et aegkonna lõpu poole maa mere alla vajus, mille tagajärjel lained jää ära kandsid (ka praegusel põhjanaba ümbritseval merel on ainult aju-jää). Vastunaba Aafrika lõunatipule vastavalt pidi asuma Vaikses meres Aleutidest lõunapool ja pole meil sellepärast sealt võimalik jää jälgi otsida, nagu P.-Euroopa jääajale vastav vastu naba Vaikse mere lõunapoolsetes osades tuleks otsida.

Känozoï aegkonna algus ei ole jällegi endise jaotuse järele täpselt vulkaanilise tegevusega ühtelangevalt paigutatud. Meie katastroofilise teooria seisukohalt hinnates tuleks eotseenlades-tused veel lugeda mesozoikumisse (kriidi) ajajärgu lõpuks, mida uuemate loomajäänuste leid (3<sup>0</sup>/<sub>0</sub>) ka väga hästi lubab teha. Hiigla basalt- ja trahiit-sünnitused teostuvad oligotseenis, mis seega tõsiseks känozoïkumi alguseks tuleks lugeda. Sellesse ajasse langeb ka Himalajade, Alpide, Pireneide ja mitme teiste samasihiliste mägestikkude esimene tõus, mis neid aga osalt vee alla jättis (Himalajad ja Alpid), nii et nad enamvähem saartena esinesid. Nende tõusude kui ka ühtaegsete platooniliste ülessurumiste põhjuseks tuleks lugeda meteoori, mis India ookeani avas, seega Indiad põhja- kirde sihis üles lükkas ja Aafrikast lahku viis. Vististi löödi ka juba lõhe Aafrika ja Lõuna Ameerika vahele, missugused osad esialgselt siiski veel ligistikku asuma jäid. Niimoodi leiab seletust, miks need maad, mis permi jääaja jälgi kannavad, nii kaugel üksteisest lahus asuvad.

India ookeani meteoor on nähtavasti hästi suur olnud, kuid ta on enam püsti maakera pinnale langenud, sest lõhe ei ole pika vormiline, kuid rotatsiooni sihti on ta siiski märksa muutund, mis varem võib olla küll pikaldaselt, kuid suurelt osalt Baffini meteoori löögi sihti jälgis. Rotatsiooni ehk ekvaatori siht, mis India ookeani meteoor tekitas, oli seega diluviaalaeagne, mis, nagu eelmiselt juba oletasime, Hammerfesti meridiaanis 20° praegusest ekvatoorist lõunapool läbi läks. Kui peaks kinnitust leidma sennine oletus, et P. Euroopa jää pikkamööda oma laiema ula-

tuseni paisus, siis võiks põhjus selles peituda, et India okeani meteoori löök üldise suure temperatuuri tõusu tõi, mis isegi nabamaadel esialgselt ei lubanud jääd tekkida. Niisugune pealispinnale väliselt jagatud temperatuur võis muidugi võrdlemisi vähekestvaks jääda nii, et kaunis pea pärast katastroofi mannermaa jää Fenno-Skandiasse ilmus ja pärastiselt laiemale niiskus. P. Euroopa jääaja lõpetas, nagu juba teame, võrdlemisi pea India ookeani meteoorile järgnev Vahemere meteoor, mis siis eelmisest katastroofist tekkinud mägesid veelgi tõstis, — Kesk-Aasia mägesid iseäranis selle maaala all likvideeritud meteoor-jäänuste mõju läbi (v. lhk. 108). Üldiselt tuleb arvata, et katastroofidele otsekohe järgnevatel aegadel sademete ülirohkusel kõige tugevamad erisoonilised nähtused võisid teostuda (v. lhk. 112.).

Lõpu vaatlusel katsuksime selgusele jõuda, kas ei leiduks andmeid määruseks, kui palju aega peaks möödunud olema diluviaalaja lõpust meie ajani.

Andmed selle jaoks on olemas, ja pealegi kaunis usaldusväärilised. Kõige esimesena sellel alal tuleks nimetada üht järve Rootsimaal, mis võrdlemisi kitsa valli läbi oli lahutatud kõrvalolevast madalikust ja mis hiljuti rammusa järve põhja põllumajundusele võitmise mõttes valli dünamiidiga purustates kuivaks lasti. Selle järve põhi koostus korrapäraliselt korduvatest heledamatest ja tõmmumatest kihikestest. Viimaseid loeti kevadiste — poriste vete sadestusteks, kuna esimisi suvisteks mineraalsadestusteks peeti. Nii annavad kaks kihti kokku ühe aasta sadestuse. Selles mõttes kõiki kihikesi arvestades saadi ümarguselt 24.000 aastat. Kui arvata, et järv kohe pärast jääaja lõppu oma olemise sai, siis esitaks toodud aastade arv jääajast meie päevini möödunud aega.

Teisele, looduse enese poolt toodud tunnistusele olen jälgile saanud otse meie kodumaal. Tallinnast läänepool asuv ilus Keila Joamõisa kosk sööb samasel viisil, nagu kõik teised kosed ilmas, vastu vett oma sāngi edasi. Mainitud kose kaldal asub puruvana vesiveski, mis kose vetest oma jõu võtab. Olles tähendatud kohal õpeteekonnal oma õpilastega kevadel 1920 a. huvitas mind küsimus, kas veski mölder ka kose purustavat jõudu peaks olema märkanud, ja pöörasin sellekohase küsimisega tähendatud isiku poole. Mölder, — elatanud isik, kes ütles ennast pikemat aega kohal asuvat, arvas esiteks, et vesi nende kaljudele midagit ei jaksa teha. Minu usutlemise peale, mille juures ma näitasin, et kuristik allpool koske on kose oma töö, ütles mölder, et ta tähele pannud nelja aasta eest ühe paelahmaka alla langemist kesk koske, mille tagajärjel seal praegu sakiline koht silma paistis. Edasi asja harutades tuli möldrile järsku meele, et mõisa kirjade järele veski 600 a.

eest olla ehitatud ja vanarahva jutu järele siis kose lang veski esimese seinaga ühes sihis olla käinud. See teade andis mulle rohkem, kui olin ootanud. Küll ei läinud mul korda mõisa kirjade jälgile saada, sest revolutsioon oli kõik segamini visanud, kuid otsekohesel mõõtmisel selgus, et kosk end mainitud 600 a. jooksul ligi 25 m oli edasi söönud.\*) Kui kuristiku pikkust allpool koske 1 km peale hinnata, siis on ta tekkimine kestnud  $\frac{1000}{25} = 40$  kuuesaja-aastast perioodi, mis ka välja teeb 24.000 aastat. Niagaara kose tööd hinnatakse, nagu dünamilises osas kuulsime 18.000 a. peale, ja see peaks ka jääaja lõpust peale oma olemist lugema, kuid vahe tuleb nähtavasti sellest, et selle kose 12 km pikune kuristik vist mõnes kohas kõvema kivi massidest on läbi söödud, milles õõnistustöö pikemat aega kestis.

Mis käesoleva uhtmaa ajajärgusse puutub, siis tuleb selle kohta lühidalt tähenda järgmist. Silmanähtavad on kõiksugused uhtumise (erosioonilised) tegevused mannermaal, millest tekivad jõgede suus jõemadalikud ning deltid. Ladestused järvede ja merede põhjas — iseäranis viimasel juhtumisel — jäävad meie silmade eest vähemalt esiotsa varjatuks. Edasi oleks iseloomustavad meie ajajärgule tuiskliiva sünnitused kõrbes ja mererannikutel, kuna ka lössi lademete tekkimine edasi kestab. Turbarabade peale tuleb vaadata kui kõige nooremate kivi- ja pruunsöe sünnituste peale. Ei või ka nimetamata jätta, et meie päevil kivisoola lasusid võib näha arenemisel näituseks Karabugas lahes, Kaspia ida rannal. See laht on ainult kitsa väina läbi Kaspia merega ühenduses, mille läbi ühtelugu soolane merevesi lahte tungib, kus ta kuiva kõrbe- tuulte mõjul ära kuivab — soola põhja peale sadestades.

Kõike kokkuvõttes näeme, et inimene selles suures trüki- veatus raamatus, mida nimetatakse looduseks, peale nimi-, omadus- ja arvusõnade jaksab kokku veerida ka tegusõnu, nii et terved laused ja lood minevikust avalikuks on tulemas.

---

\*) Täpne hindamine on raskendatud, sest kose langemise serv pole sirge joon, vaid sünnitab looga, mille algust raske on äramäärata.

## Asjade juhataja.

- A**che 6  
Adelsbergi koobas 9  
Adria 3  
Aeg 62  
Aegkond 62  
Aeglooline geoloogia 61, 62  
Ahvid 89  
Ajajärk 62  
Ajurühad 18  
Algloomad 76  
Allikad 2, 12, 13, 56, 58  
Alluvium 83, 85  
Alpid 3, 5, 6, 14, 21, 45, 63, 74—76,  
84—92, 96, 103, 114,  
Ammoniitid 76, 77, 85  
*Ammophila arenaria* 23  
Anchitheerium 88  
Andid 59, 96, 102  
*Annularia* 71  
Anoplotheerium 88  
Antiklinaal v. sadul  
Antratsiit 56, 73  
Apeniinid 45, 84, 103  
*Araucaria excelsa* 73  
*Archaeocalamites radiatus* 71  
Archaikum 62, 63, 73  
*Archegosaurus* 69, 70  
*Archeopteryx* 80, 81  
Ardennid 73  
Arseenpüriit 63  
Arteesia kaev 13, 14  
Aruküla koopad 12  
Asupind 46  
Atlandi meri 102  
Atlas mägestik 45, 112  
Avang 50  
Avanevus 46  
**B**allistika 106, 107  
Barierrif 26  
Basalt 7, 54—56, 82, 85, 106, 113, 114  
Belemniiidid 77, 85  
Biisamhärjad 92  
Biisonid 93, 94  
*Bos bison* 94  
Brachiopoodid 67, 68, 76, 85  
Brakvesi 76, 84, 89  
Brektshiad 82  
*Brontosaurus* 79  
Brüozoid 65  
Böömi mets 63  
Böömi Schweits 5  
**C**ephalopoodid 68  
*Cervus megaceros* 93  
*Chaetetes radians* 66  
Chirotheerium 77, 78  
*Cidaris propinqua* 76  
*Cocosteus decipiens* 69  
*Coenograptus gracilis* 65  
*Cyathocrinus ramosus* 67  
*Cymatophora or F* 44  
**D**arjal 4  
Darvini teooria v. selektsiooni teooria  
Delta 3, 86, 116  
Denudatsioon v. masendus  
Devoon 64, 65, 68, 73, 74, 76  
Diabas 63, 74, 91  
Diatomeed 25  
*Dictionema retiforme* 65  
*Didymograptus pennatulus* 65  
Diluvium v. jääaeg  
*Dinotherlum giganteum* 88  
Dioriit 62  
*Diplograptus* 65  
Diskordant v. lahkloomuline  
Dogger 75  
Dolomiit 82, 84  
Donau 2, 3, 11, 12, 89  
Drömlinid 92  
Dünaamiline geoloogia 1  
Düünid v. luited  
**E**chinodermid 67  
Edasi kandmine 2, 14  
Edenemise õpetus 62  
Eifel 85  
Ekvaator 106, 107, 109, 110  
Elavhõbekivid 74, 83  
Elbe 2, 5, 8, 82  
Elu ilmumine 39, 41, 42  
Energia 34, 35  
Energia kestvuse seadus 34

- Eosed 41, 42  
 Eotseen 83, 84, 112  
 Epidoot 63  
 Epoch v. aeg  
 Erosioon v. uht-õõnestus  
 Erzgebirge v. Malmmägestik  
 Etaash v. lademik  
 Eufrat 3  
*Eurypterus fischeri* 68, 69  
 Evolutsiooni teooria v. edenemise õpetus  
**Fassa org** 84, 85  
*Favosites Gotlandicus* 66  
 Fichtelgebirge v. Mändmägestik  
 Firn 16  
 Flamingod 87  
 Fonoliit 55, 85  
 Foraminifeerid 27, 64, 76, 82, 86  
 Formatsioon v. ladestussüsteem  
 Fosforiit 62, 73  
 Frankenwald 73  
 Fumaroolid 53  
**Gaasiallikad** 73  
 Gailenreutheri koobas 10, 11, 94  
 Galmei 74  
*Gangamopteris* 75  
 Ganges 2  
 Ganoiidid v. Vaapsoomuslased  
 Geiserid 56—58  
 Geotermiline samm (keskmine) 30  
*Gervillia socialis* 76, 77  
 Gips 10, 56, 74, 81, 82, 86  
 Giroskoop 99  
 Glaukoniitlubi 64  
 Glaukoniitliivakivi 64, 82  
*Gleocapsomorpha prisca* 70  
 Gletscher v. liugustik  
 Gletscherlauad 18  
 Globigeriinmuda 27  
*Glossopteris* 75  
 Glyptodon 87  
 Gneiskihid 5, 61, 62, 85  
 Gobi-Schamo 108,  
 Gondvana kihid 75, 114  
 Grafiit 63  
 Granaadid 63  
 Granuliit 62  
 Graptoliidid 64, 65  
 Great-nõgu 24  
*Gryphaea arcuata* 76, 77  
*Gulo borealis* 92  
**Hallvakid** 63, 73, 75, 82, 84  
 Hamstrid v. õõnpõskrotid  
 Hapuallikad 85  
 Harz 73  
 Hekla 57  
 Heterogeeniline teooria 44, 109  
 Hiiglahirv 94  
 Hiiglamägestik 63  
 Hiina madalik 24  
 Hiirpaskid 92  
 Himalaja mägestik 45, 84, 113, 114  
 Hirved 88  
 Hobune 88  
 Hohlefels 94  
 Hüpotees 37  
 Hüpphiired 93  
 Hypotheerium 88  
 Hävitamine 2  
 Hõbe 63, 74, 86  
 Hõbeda-kivid 74  
*Ichthyosaurus* 78, 79  
*Iguanodon* 79  
*Iliaenus insignis* 65  
 Imetajad 80, 87  
 India okean  
 Inerts 97, 98, 102, 103, 112  
 Ingressioon 47, 48, 114  
 Inimene 89, 94, 106 112  
 Inn 22  
 Interglatsiaalperioodid 90, 92  
 Isostaasia 105  
**Jahtumine** 30, 31, 33, 37—39, 45  
 Joldia meri 104  
 Jookslinnud 86  
 Jugapuu 89  
 Juhtkivistused 62, 84  
 Juura 75, 77, 78, 82, 83, 85  
 Juurjalgsed 64  
 Jänes 93  
 Jää 15, 16—22, 89  
 Jääaeg 10, 20, 21, 45, 48, 75, 83, 85—116  
 Jääaja teooriad 96—116  
 Jääkriimustused (jäähived) 20, 21, 90, 91  
 Jääliugustik v. liugustik  
 Jäämäed 19, 20  
 Jääpotid 18  
 Jääpraod 17, 18  
 Jõehobune 88  
 Jõelehtme oja 12  
 Jõgiorud 8  
**Kaalisool** 74  
 Kaamelid 88  
 Kabjalised 87  
 Kaelkirjakud 88  
 Kaheidulehelised 76, 85  
 Kalad 68, 77, 86  
 Kalamarjakivi 82  
 Kalamiidid 71  
 Kaldamoräänid 18  
 Kalduvus 46  
 Kalliskivikaevandused 86

- Kallismetallkaevandused 86  
 Kambrium 63, 64, 73, 74, 104  
 Kaneelipuud 89  
 Kanjonid 5, 6, 7  
 Kant-Laplace teooria 36, 37, 38, 98  
 Kantliivakivi 82  
 Karboon 64, 68, 69, 70—73  
 Karlsbad 57  
 Karpaatid 46, 84, 89, 103  
 Karplimulised 86  
 Karplubi 75, 81  
 Karpvähjad 68  
 Katastroofid 34, 36, 43, 100, 106  
     110—114  
 Katastroofide teooria 43, 44  
 Kaukasus 3  
 Keedusool 10, 57, 74, 81, 82, 86, 116  
 Keemiline veetegevus 12  
 Keerlev keha 97—99  
 Keila Joa kosk 115  
 Kesleri koobas 95  
 Kesk-aegkond v. mesozoikum  
 Kesk-mägestik 73  
 Kesктаande jõud (tung) 36, 37, 98  
 Keuperkihid 8, 75, 82, 84  
 Kiht 3, 46, 47, 61  
 Kiilid 77, 78  
 Kiirgamine 31, 34, 35  
 Kiirterõhumine 39—41  
 Kilauea 52  
 Kildkivid 56, 62, 63, 73, 75, 81, 82  
 Kilpkonnad 79, 86  
 Kinnistähed 32, 35, 36  
 Kiskjad 89  
 Kivisool v. keedusool  
 Kivistused 3, 42, 81, 91  
 Kivisõe ajajärk v. karboon  
 Kivisõe lasud 73, 74, 75  
 Kivisõe sünnitused 25  
 Kivisüsi 73, 82  
 Kiviõli 73  
 Kobras 93  
 Koks 56  
 Kõkkupõrked 33, 34, 36, 100, 101  
 Kollad 71  
 Kollane jõgi 24  
 Kollane meri 24  
 Kolorado 5  
 Konglomeraadid 73, 82  
 Konkordant v. samaloomuline  
 Konnad 69, 86  
 Koopad 9—12, 58, 60  
 Koopakaru 93, 94  
 Koopalõvi 93, 94  
 Koopaorav 93  
 Kooriklased 68  
 Kosed 5, 115, 116  
 Korallid 25—27, 65, 66, 76, 86  
 Korallirünkad 26, 108, 109  
 Korallisaared 26, 27, 109  
 Kordiljeerid 45, 59, 84, 102, 103  
 Koroonad 40  
 Kortsud 42, 45, 61, 84, 91  
 Kosmiline tolm 40, 41  
 Kraater 50—52  
 Krakotau 22, 53, 54, 97  
 Kriit 75—77, 82—84, 112  
 Krinoiidid 67, 76, 81  
 Kristalliinsed kildkivid 62  
 Krokodillid 69, 79, 86  
 Kruus 3  
 Krõmpsluukalad 86  
 Kubaan 18  
 Kuivajõgi 12  
 Kuld 63, 86  
 Kuristik 3, 5  
 Kurrud v. kortsud  
 Kuumvee allikad 30, 56—58, 85  
 Kyffhäuser 63  
 Kvartäär 83  
 Känozoikum 62, 83—116  
 Käsna 76, 85  
 Kõrge-Tatra 89  
 Kungas 1  
 Laachi järv 14, 85  
 Laava 51, 52, 73  
 Labirintodontid 77, 78  
 Lade 62  
 Lademik 62  
 Ladeskond 62  
 Ladeskondade vahepiirid 113—115  
 Ladestussüsteem 62  
 Ladesuhted 46—49  
 Lahkloomuline ladestus 47  
 Lainte õonestused 14, 15  
 Lakkoliit 56, 73  
 Lamav 46  
 Lamendused 36, 37, 108  
 Lasud 1, 62, 82  
 Leete ladestus 86  
 Leete süsi 82  
 Lehtpuud 76, 85  
 Lemmingid 92  
 Lendavad sisalikud (maod) 79, 80  
 Lepidodendronid 71, 72  
*Lepidodendron Sternbergi* 72  
*Leptaena sericea* 67  
 Lichtensteini õonestik 4  
 Liitujutus v. ingressioon  
 Liiv 2, 3, 12, 15, 17, 20, 22, 23, 86,  
     91, 116  
 Liivakivi 5, 7, 8, 73, 75, 81, 82, 84,  
     85, 104  
 Liivarukis 23  
 Linnud 80, 86  
 Liptau Alpid 9

- Lituites lituus* 68  
 Liugustikud 16—22, 91, 96  
 Liugustiku värv 18  
 Lombardia madalik 3  
 Loomade geol. mõju 25—27  
 Loorberid 86, 89  
 Lubikäsnad 76  
 Lubjakivi 7, 27, 63, 73, 75, 82, 85, 86, 91  
 Luited 15, 22, 23, 86  
 Luitekaer 23  
 Lumi 15—16  
 Lumirebased 92  
 Lumiöökullid 92  
 Luukalad 77, 86  
 Lyas 75  
 Läänemeri 104  
 Läätsmalmkivid 86  
 Löss 24, 86, 92, 94, 112, 116  
 Lõhe (pragu) 48, 58, 59, 85  
 Lüljalgsed 77  
**Maalused** jõed 10, 11, 12  
 Maagma 30, 39, 45, 52, 53, 105, 106, 112  
 Maakera ellipsoidid 109  
 —, — erikaal 29  
 —, — koorikas 39, 42, 45, 46, 108  
 —, — omatemperatuur 29—31  
 —, — raskus 28, 29  
 —, — rotatsioon 102, 107, 110, 112, 114  
 —, — sisemus 29—31  
 —, — suurus 28, 29  
 —, — teljeseis 99  
 Maavärisemine 10, 49, 58—60, 104, 113  
 Machairoodus 89, 110  
 Madalallikad 13  
 Madalik 3  
 Magevee ladestused 84  
 Magneetrauakivi 63  
 Mahalõhkumine 14  
 Malm 75  
 Malmkivimägestik 63, 73, 82, 85  
 Mammut 93—95, 110, 111  
 Mangaankivid 74  
 Mannermaajää 20, 90  
 Marmor 56, 63, 112  
 Masendus 6, 7, 47, 73, 85  
 Massvulkanid 55, 56, 106  
 Mastodonid 83  
*Mastodon giganteum* 88  
*Mastodonsaurus Jaegeri* 77, 78  
 Megalosaurus 79  
 Megatheerium 87  
 Melafiirid 63, 73  
 Merealune purskamine 55  
 Merealused vulkaanid 55, 104  
 Mervee tegevus 14, 15  
 Merveaik 89  
 Merveaiguladestused 86  
 Merveärisemised 60  
 Mergel 56, 81, 82, 91  
 Mereliiliad 67, 85  
 Meresiilid 76  
 Merostomaadid 68  
*Mesopithecus pentelicus* 89  
 Mesopotaamia madalik 3  
 Mesozoikum 62, 75—83, 84, 85, 112—114  
 Meteoroid 100—103, 105—108, 111, 113—115  
 Metseeslid 93  
 Metshobused 94  
 Metshärjad 93, 94  
 Mimosiidid 89  
 Mineraalveeallikad 14  
 Miotseen 83, 84  
 Mississippi 2  
 Mofetidid 53  
*Monograptus* 65  
 Monte Nuovo 60, 106  
 Mont-Pelée 54, 60, 97  
 Moräänid 18, 20  
 Muldpüramiidid 5, 9  
 Murendus 23, 39, 92  
 Mustmets 73, 83, 85  
 Mutatsioon 44, 110, 114  
 Muurid 22  
 Myofooriad 81  
*Myophoria costata* 82  
 Mäed 27, 42, 43, 45  
 Mäekompas 46  
 Mägede libisemine 14  
 Mägede sünnitus 49, 73, 84  
 Mändmägestik 63, 73, 74, 82  
 Mõõnad 102  
**Nafta** 73  
 Nahkiired 89  
 Nautiliidid 68  
*Nautilus Pompilius* 68  
 Neandertaalinimene 94  
 Neptuuniline tegevus 49, 61  
*Neuropteris flexuosa* 71  
 Niagaara 5, 116  
 Niilus 3  
 Ninasarvik 93, 110  
 Ninasarvlinnud 87  
 Nummuliitlubi 86, 87  
 Närijad 89  
 Nõgu 47  
*Obolus Apollinis* 67, 68  
 Obolusliivakivi 67, 68  
 Odenwald 63, 73  
*Oenothera* 44  
 Okasnahksed 67, 76, 86  
 Okaspuud 73, 76, 82, 85, 89

- Oligotseen 83, 84, 114  
 Ooliidid 82, 83  
 Ordoviitsium 64  
 Org 1, 3  
 Organismide mõju 25—27  
*Orthis lynx* 67  
 Ortotseratiidid 68  
 Osarid 92  
 Ostrakoodid 68  
 Otsmorään 18, 92  
**Paabukoid** 87  
 Paekihid 3, 12  
 Pajud 92  
 Palmid 86, 89  
 Palmsõnajalad 82  
 Paläontoloogia 43, 61  
*Paläotherium magnum* 87, 88  
 Paläozoikum 62—75  
*Paradoxides bohemicus* 64  
 Pasknäär 93  
 Peajalgseid 68  
*Pecopteris dentata* 71  
 Pelikaanid 87  
 Pentakriinid 76  
 Periood 62  
 Permi formatsioon 64, 68, 69, 113  
 Permi jääaeg 75, 113, 114  
 Pigikivi 7  
 Piksenool 77  
 Pimstein 51, 52  
 Pinus succinifer 89  
 Pireneid 45, 84, 114  
 Pirita jõgi 1, 2, 3  
 Planeetid 31, 35, 37  
 Plesiosaurus 79  
 Pliotseen 83, 84  
 Plutooniline tegevus 49, 61  
 Plutoonilised tõud 73, 86  
 Pommid (vulk.) 52  
 Poo jõgi 3  
 Poolahvid 89  
 Poolpalmid 76  
 Porfiirid 63, 73, 82, 84  
 Porivilhm 52  
 Pragu v. lõhe  
 Produktus 68  
*Protosaurus Spenerie* 70  
 Pruun rauakivi 73  
 Pruunsüsi 56, 86, 89, 116  
*Pterichthys* 69  
*Pterodactylus* 79, 80  
 Punalasuv 64, 73, 74, 82, 85  
 Punane rauakivi 73  
 Purtskaev 14, 20  
 Putukad 68  
 Putukasööjad 89  
 Pähklapuu 89  
 Päikese korona 40  
 Päikese plekid 21, 40, 41  
 —, — süsteem 31—38  
 Pöder 94  
 Põhimoräänid 18, 91  
 Põhivesi 12, 13  
 Põhjahunnid 92  
 Põhjapõdrad 92, 94  
 Põldhiir 93  
 Põlevkivi 65, 66, 70, 73  
 Põrnikad 77  
 Püstitamised 92  
**Radioaktiivsus** 62  
 Radiolaarid 25, 64  
 Rasked metallid 39, 105  
 Raskuse tung 28  
*Rastrites Linnei* 65  
 Rauakivid 74, 83  
 Raudkivi 7, 12, 23, 61 — 63, 73, 82,  
 85, 91, 101, 113  
 Raudkivirahnud 20, 21  
 Rebane 93  
*Retiolites Geinitzianus* 65  
 Reuss 6  
 Rhein 2, 6, 11, 12, 18, 48  
 Rheini kildkivimägestik 73, 74  
 Rheini nõgu 85  
 Rhoone 18, 90  
 Rhäti formatsioon  
 Riesengebirge v. Hiiglamägestik  
 Rippuv 46  
 Roomajad 70, 78, 80, 94  
 Rubiin 63  
 Ränikäsna 76, 85  
 Ränituff 57  
 Ränivetikad 25, 58  
 Räpsukivid 91  
 Rästad 93  
 Rüngastõug 55, 62  
**Saagopalmid** 76  
 Saar (puu) 89  
 Sademete rohkus 21  
 Sadestumine 2, 9, 42, 46, 74, 115  
 Sadetõug 3, 5, 27, 61, 63, 73, 86  
 Sadul 47  
 Safiir 63  
 Sahaara 22  
 Saiga antilopeed 93  
 Saksi Schweits 5  
 Salamandrid 69, 86  
 Saleahvid 89  
 Samaloomuline ladestus 47  
 Sammalloomakesed 65, 66  
 Santoriinid 104, 106  
 Sarikõislased 93  
 Sarvekäsna 76  
 Sarvloomad 88  
 Savi 3, 12, 14, 17, 20, 75, 81, 82, 86,  
 91, 94, 104

- Savikildkivi 56  
 Savirauakivi 74, 83  
 Schwarzwald v. Mustmets  
 Seism 49  
 Seismograaf 58  
 Seitsemägise 85, 86  
 Selachiad 68  
 Selektsooni teooria 43, 44, 109  
 Selgrootlased 68, 86  
 Sfäärosideriit 86  
 Sibulkasvud 93  
 Sigilaariad 71  
 Siluur 5, 64, 65, 68, 73, 74, 104  
 Sinisavi 104  
*Siphonotreta unguiculata* 67  
 Sisalikud 69, 78, 79  
 Skorpionid 68  
 Smaragd 63  
 Solfataarid 53  
 Soojus 34  
 Sookanad 92  
 Sool v. keedusool  
 Soomuspeakalad 69  
 Soorauakivi 86  
 Soovillad 92  
 Spektraalanalüüs 32  
 Spessart 63  
*Sphenophyllum* 71  
*Sphenopteris obtusiloba* 71  
 Stalakmiidid 10  
 Stalaktiidid 10  
 Stegocephalid 69, 86  
 Stigmaariad 71, 72  
 Stratovulkaanid 55, 113  
 Stromboli 53, 60  
 Suguvaliku teooria, v. selektsooni teooria  
 Sulastumine 2, 8, 9  
 Sulfaadid v. väävelühendused  
*Syringopora cancellata* 66  
 Sõmerlumi 16  
 Sõnajalalised 71, 75  
 Sõudjalgsed 89  
 Sügavallikad 13  
 Süeniit 62  
 Sünkliinaal v. nõgu  
 Süsihape 52, 53  
 Süsihappe teooria 96, 97  
 Süsikildkivi 73  
 Süsilasud 73  
 Süsiliivakivi 73  
 Süsilubi 73  
**T**aimed 25  
 Talhiiri kihid 114  
 Tamm 89  
 Tangentiaalsurve 46  
 Tarnad 92  
 Taunus 73  
 Teemant 63  
 Teerek 4  
 Tektonism 49  
 Teleosaurus 79, 80  
 Temperatuuri mõju 23  
 Teooria 37  
 Terebratulad 81  
*Terebratula vulgaris* 76  
 Tertsiaär 5, 82, 83, 85, 86—89, 94  
 Tervise allikad 14  
 Thetise Vahemeri 84, 108  
 Tiigrid 3  
 Tinakivid 74, 83  
 Tinaläige 63, 83  
 Tiud 86  
 Trahiit 55, 85, 114  
 Transgressioon 47, 76  
 Trapp 93  
 Trehteravangud 10, 60  
 Trias 75—77, 81, 83, 85  
 Trilobiidid 64, 65  
 Tsentrifugaal tung v. kesktaande t.  
 Tsentrifugad (vurrmasinad) 98, 99  
 Tsingikivi 74, 83  
 Tsinktuhmik 63, 74  
 Tšüpressid 89  
 Tuff (vulk.) 56, 73  
 Tuff (räni) 57  
 Tuhk (vulk.) 22, 52, 53  
 Tuiskliiva sünnitused 116  
 Tulepurskavad mäed 50—56  
 Tuleräni 82, 91  
 Tulisünnitus 49  
 Turbalasud 25  
 Tubarabad 86, 116  
 Turmaliin 63  
 Tuul 22—24  
 Tuulispask 1  
 Tuulsarved 23  
 Täringpenikoorm 28  
 Tööstukivi 64, 74  
 Tõus 27, 42, 43, 45, 84, 85, 92, 108, 109  
**U**dukogud 31—36, 38  
 Uhtmaa-aeg 83  
 Uhtmaad 86  
 Uhtumise töö 92  
 Uhtõonestus 4, 5, 73, 116  
 Ulgukivid 91  
 Uraalid 90  
 Uued tähed 34  
 Uus aegkond 62, 83—116  
 Uus jääajateooria 96—116  
**V**aapsoomuslased 69, 86  
 Vaevakased 92  
 Vahe meri 102—104, 106, 107, 111, 112, 114  
 Vaher 89

- Vajumine 42, 43, 45, 85, 92, 108,  
 109, 113  
 Valad 89  
 Valge meri 104  
 Valguse aasta 35, 36  
 Vallseljandikud 92  
 Vana aegkond 62, 75  
 Vaod 1  
 Vares 93  
 Vasekildkivi 74  
 Vasekivid 74, 83  
 Vasepüriit 63  
 Vask 74  
 Vee analüüs 2  
 Vee aur 52, 53, 58, 112  
 Vee tegevus 1—15, 49  
 Veerkivid 3, 91  
 Veerkivilasud 92  
 Veerkivimergel 91  
 Veerkivisavi 91  
 Veeuputus 103, 106, 112  
 Vesi 1—15, 52, 53, 56, 57  
 Vesinik 52  
 Vesirott 93  
 Vesuv 22. 50—52, 60, 106  
 Vetikad 70  
 Vézère koobas 94, 95  
 Vihmarikkus 41, 54, 112  
 Vikmaussid 25  
 Vihmavalingud 39, 112  
 Viigipuud 89  
 Viirdumine 46  
 Vintlaskeriistad 99  
 Virmalised 40, 41  
 Visked 47. 48, 85  
 Vogeetid 63, 73 85  
 Volga 2, 14  
 Vulkaanid 50—56  
 Vulkaaniline tegevus v. vulkanism  
 Vulkaaniline tuhk 22  
 Vulkanism 49, 60, 63. 74, 85, 112  
 Vurr 99  
 Vähjad 77  
 Väävel 82  
 Väävellademed 86  
 Väävөлühendused 52, 53, 56, 57  
 Vööloom 87  
**W**alchia piniformes 73  
 Wegeneri teooria 102, 104, 105, 113  
**Y**ellowstone'i rahvapark 27  
**Z**echstein v. tööstukivi  
 Ämblikud 68  
 Ätna 52, 53, 60, 109  
 Õgimurid 92  
 Õhusadul 47  
 Õonestik 4  
 Õõnpõskrotid 93  
 Õõsloomad 86  
 Ülelõkkamised 45, 103, 113  
 Ülesehitamine 2, 14  
 Üleujutus v. transgressioon  
 Ürgaegkond 62, 63  
 Ürg-gneisformatsioon 62  
 Ürg-kildkiviformatsioon 62  
 Ürg-mägitõud 63  
 Ürgvooluorud (ürgorud) 48, 92, 93

## Tähtsamad trükivead ja õiendused.

Lhk	10, 11	rida	ülevalt	tekkib	loe	tekitab
"	26, 6	"	"	Gröönimaal	"	Gröönimaal,
"	38, 21	"	"	kiirenduse	"	tiirukiirenduse
"	42, 11	"	alt	kokkutõmbavad	"	kokkutõmbavad
"	43, 12	"	ülevalt	varemete	"	varemete
"	—, 9	"	alt	lähevad	"	lähevad eelmiste omadest
"	—, 1	"	"	Darvini	"	Darwini
"	44, 14	"	ülevalt	et	"	et korralise õiekrooniga
"	—, 20	"	"	mereweese	"	mereveese
"	—, 13	"	alt	Darvini	"	Darwini
"	56, 19	"	ülevalt	tarduda	"	tardudes
"	—, 16	"	alt	kristalliinsetaks	"	kristalliinseteks
"	58, 10	"	"	tugev	"	tugevad
"	59, 10	"	"	iseäranis	"	kustutada
"	62, 8	"	ülevalt	radivaktiivsusest	"	radioaktiivsusest
"	63, 18	"	alt	melafiiiride	"	melafiiiride
"	67, kuj. nr. 48, allk.	"	"	<i>Cyathorcinus</i>	"	<i>Cyathocrinus</i>
"	73, 12	rida	ülevalt	lakoliitide	"	lakkoliitide
"	74, 13	"	"	tagajärjeks	"	tagajärjeks
"	75, 3	"	alt	vene keelne	"	venekeelne
"	76, 10	"	ülevalt	aegkonna,	"	aegkonna
"	—, 18	"	alt	Shwaabi	"	Schwaabi
"	83, 4	"	ülevalt	Tarnositsi	"	Tarnovitsi
"	—, 18	"	alt	Dalmaatsias,	"	Dalmaatias
"	—, 13	"	"	Känozoikum	"	känozoikum
"	86, 14	"	"	Nummulidid	"	nummuliidid
"	92, 11	"	ülevalt	mõraän	"	morään
"	94, 8	"	"	lõssi	"	lõssi
"	97, 4	"	"	kliimaatiliselt	"	kliimaatiliselt
"	—, 22	"	"	maksmist	"	maksvust
"	107, 10	"	"	$\frac{24360}{240}$	"	$\frac{24.360}{240}$
"	114, 24	"	"	uuate	"	vähepoolne uuate



A  
34467