

10.16.81

S. BUBLEINIKOV

PLANEET MAAKERA



RK

„PEDAGOOGILINE KIRJANDUS“

S. BUBLEINIKOV

PLANEET MAAKERA

RK

„PEDAGOOGILINE KIRJANDUS“

TARTU 1947



13041
A-16581



Esimene peatükk.

MAAKERA MAAILMARUUMIS.

Silmad petavad meid.

„Mõned Egiptuses või Küprose saarel nähtavad tähed on nähtamatud põhjapoolsetes maades...

Järelikult on Maa mitte üksikera kujuline, vaid ka mitte just suur, kuna vastasel korral asukoha nii väikese muutmise puhul ei võiks seda nähtust olla.“

ARISTOTELES (vanakreeka filosoof IV—III sajandil enne meie ajaarvamist).

Niikaua kui inimene oli seotud maalapiga, mida ta haris, ei olnud tal ka võimalik õiget ettekujutust saada Maakera tõelisest kujust. Ta arvas maapinna olevat nii-

suguse, nagu see talle paistis inimese kasvu kõrguselt, puu otsast või mäelt. Selletõttu pidas ta ka kogu Maad tasapinnaliseks.

Muistsed kreeklased, kes elasid Peloponnesose poolsaarel ja Egeuse mere saartel, olid arvamisel, et Maa on lame saar, mis igast küljest on piiratud rõngataolise jõe — Okeanosega. Maad ümbritsevad sambad, milledele toetub taevavõlv, ning sel võlvil tiirlevad mitte kõrgel Maa kohal Päike ja Kuu.

Kuigi me teame, missugune kuju on tõeliselt Maakeral, näib ta ka meile tohutu suure tasapinnana. Raske on ette kujutada, et kui puuriksime kaevu läbi kogu Maakera, jõuaksime välja lahtisesse avarusse.

Samuti näib meile, nagu ulatuks maa meie jalgade all lõpmatuseni.

Aga kõik sellised ettekujutused on ekslikud. Need tekivad sellest, et inimene on väga väike, võrreldes Maakera, ja silmad pätavad teda.

Seistes ümmarguse kupli katusel, näeb maaler väga hästi selle kumerust. Muutuks aga maaler sipelga suurus, siis näeks ta ainult ühte osakest katusest — mõnda ruutsentimeetrit. Ja see tükike paistaks talle täitsa lame-dana (tõeliselt see erinebki väga vähe tasapinnast).

Ainult liikudes mööda kuplit ja jälgides, kuidas ilmuvad silmapiirile esemed, mis varem olid katuse kumeruse varjus, mõistaks meie väike inimene, et kupli katus ei ole tasapind.

Kui foiniiklased ja kreeklased võtsid ette kaugeid kaubareise, said nad ka õigema ettekujutuse sellest, mis-kujuline Maakera tõeliselt on.

Vana-kreeka meremehed oma reisidel itta jõudsid välja „Päikese tiigini“, nagu nad nimetasid Kaspia merd. Tol ajal arvati, et selle mere vetest tõuseb iga päev päike.

Läänes jõudsid meremehed kuni Heeraklese sammasteni (Gibraltari merekitsus).

Kõikjal nägid meresõitjad endi ümber tasast merepinda, mida ümbritses kauge horisont, kus taevas näivalt puutus kokku veepinnaga. Mitmesuguste nähtuste vaatlemine võimaldas neil saada õigema pildi Maa tõelisest kujust.

Lähenedes mägisele rannikule, nägid meremehed, kuidas esiteks ilmus silmapiirile mäetipp ja siis alles mäejalg.

Kui Maa oleks tasapinnaline, oleksid nad näinud kohe tervet mäge tipust kuni jalani.

Teist nähtust, mis poleks võimalik olnud tasasel Maal, jälgisid meremehed taevas.

Nad teadsid väga hästi kõiki suuri tähti, mis paistsid Kreeka kohal.

Kuid selgus, et meresõidu ajal lõunasse, näit. Aleksandriasse, ilmusid lõunapoolsele taevavõlvile uued tähed, milliseid Kreekas polnud näha. Neid nähtusi juba mõned muistse aja õpetlased seletasid Maa kerasusega. Nende õpetlaste hulka kuulus ka Aristoteles, kelle sõnad on toodud selle peatüki alguses. Aristoteles oli oma aja kuulus õpetlane ja tal olid õiged kujutlused paljudest loodusnähtustest. Ta elas enam kui kolmsada aastat enne meie ajaarvamist.

Ent teadmised, õiged kujutlused maailmast tungisid aeglaselt rahva hulka. Selletõttu poolteist tuhat aastat hil-



Joon. 1. Pikksilma vaateväljal on näha, kuidas laev kaob pikkamisi horisondi taha.

jem peeti võimatuks oletust, et Maa on kerakujuline. Eriti seisis selle vastu kirik. Ka viis kõiki segadusse küsimus: kuidas võivad inimesed püsida kerakujulise Maa vastasküljel, „pea alaspidi“?

Keskajal ei võidud veel aru saada, et kõikjal Maakeral on allpooleks suund meie jalgu toetava Maa keskpunkti poole.

Samuti ei teadnud keskaja inimesed, et kõik kehad kukuvad mitte alla, vaid Maakera pinnale, mis neid ligi tõmbab. Selletõttu ka Maa teisel küljel langevad asjad maapinnale ja suund maa poole on kõikjal allpooleks.

XV ja XVI sajandil tehti algust kaugete merereisidega, ja kuhu ka inimesed iganes oleksid sõitnud — ei jõudnud nad Maa ääreni. See aga oleks pidanud juhtuma, kui Maa oleks tasapind või omaks kumera kilbi kuju. Need reisisid tõestasid, et Maa on kera kujuline.

Keskajal liikusid kuuldused, nagu oleksid normannid juba vanasti läände purjetades avastanud Atlandi ookeanis mingisugused maad.

Meremees Christoph Kolumbus, kes sõitis XV sajandi lõpul Hispaaniasse, teadis neist juttudest mõndagi. Ta kuulis ka, et Assoori saartele, mis asuvad Euroopast lääne pool, Atlandi ookeanis, kandsid merevoolud eurooplastele tundmatuid taimi, mõnikord isegi ebahariliku väljanägemisega inimeste laipu.

Kuna Kolumbus ei pidanud Maad tasapinnaliseks, arvas ta, et need voolud tulevad Jaapani ja India rannikult. Harilik tee Indiasse viis ümber Aafrika ja siis läbistas India ookeani ida suunas. Kolumbus oletas, et neisse maa-desse võib välja jõuda purjetades läände, s. o. tehes teiselt poolt ringi ümber Maakera.

Siis Kolumbus tegi Hispaania kuningale Ferdinandile ettepaneku avastada uus läänepoolne tee Indiasse.

Suurte raskustega läks tal korda saada kolm laeva selleks meresõiduks. Paljud pidasid tema ettevõtet hullumeelsuseks.

Eriti olid säärase reisi vastu kiriku õpetatud esindajad. Nad väitsid, et kui Maa oleks kera, siis peaksid laevad sel juhul vajuma sügavikku maapinna „järsu käänaku“ kohal.

Kolumbus oli aga kindel, et tal on õigus. Teda toetas õpetlane — maateadlane Toscanelli, kes saatis Kolumbusele tema poolt koostatud Maa „teise“ poole kaardi ja väljaarvutatud tee pikkuse, mida mööda tuleks purjetada lääne suunas, et jõuda Hiina rannikuni. Tõeliselt oli aga see arvutus vale: Toscanelli arvas, et Hispaania rannikust kuni Hiinani on mereteed ainult 12 000 kilomeetrit. Tegelikult aga osutus see kaugus kaks korda suuremaks.

See eksitus tuli siiski kasuks, kuna oli kergem asuda säärasele reisile.

1492. a. augustikuus purjetas Kolumbuse eskaader Hispaaniast välja. Kahe kuu pärast jõudis ta kuhugi tundmatule maale, mille rannikul kasvasid palmid. See oli üks Ameerika rannikuäärseist saartest, kuid Kolumbus pidas tema poolt avastatud maid ainult saarteks teel Jaapanisse ja Indiasse. Selle tõttu nimetas ta nende elanikke indiaanlasteks. Reisijad, kes hiljem külastasid Kolumbuse poolt avastatud maid, tegid kindlaks, et saarte taga asub tundmatu suur manner, mis ulatub põhjast kaugele lõunasse.

Hiljem hakati seda uut maad nimetama Ameerikaks, tema uurija Amerigo Vespucci (loe: vesputši) nime järgi.

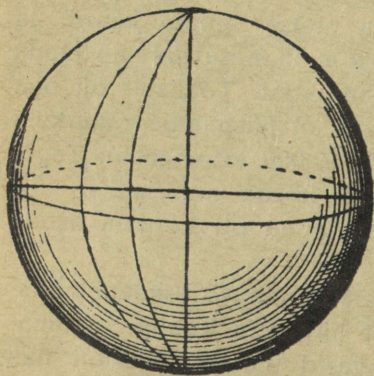
1513. aastal läbis Vasco Nuñez de Balboa kitsas kohas uue mandri ning jõudis ühe ääretu mere rannikule.

Tähendab, kui sõita ringi ümber uue mandri ja pidada suunda lääne poole, osutub võimalikuks täide viia Kolumbuse kavatsus.

Sellest kuulis noor portugallane Magalhães. Ta teenis vabatahtlikuna Portugali sõjalaeval ja oli juba külastanud India rannikut. Magalhães otsustas teha seda, mis ei läinud korda Kolumbusel.

Ta esitas oma kava Hispaania kuningale Karl V-le. Kuningas nõustus varustama selleks otstarbeks eskaadri.

1519. aasta sügisel sõitsid viis laeva Sevillast välja lääne poole ning kahe kuu pärast jõudsid nad Lõuna-Ameerika rannikule.



Joon. 2. Maakera „suured ringid“ — meridiaanid. Suureks ringiks on ka ekvaator. Liikudes ühes suunas iga suurt ringi mööda võib teha ringreisi ümber Maa.

Magalhães tahtis purjeta-da piki kogu mandrit, et lei-da väin ja välja jõuda ookea-nini, mille avastas Balboa. Suurte raskustega jõudsid laevad piki Lõuna-Ameerika rannikut kuni väinani, mis sai hiljem suure merereisija nime. Magalhães'il tuli või-delda mitte ainult loodusega, vaid ka kaptenite juhtimisel ülestõusnud madrustega, kes nõudsid laevastiku tagasi-pöördumist Hispaaniasse. Üks laevadest jäi eskaadrist maha ja läks tagasi kodumaale, teine hukkus.

Ülejäänud kolm laeva viis Magalhães tema poolt avas-tatud väinast läbi ja nad jõudsid uue ookeani vetesse. Magalhães tutvus sellega tuulevaikuse ajal, seepärast nimetas ta uue veevälja Vaikseks ookeaniks.

Kuid ka Vaiksel ookeanil tuli julgeil merereisijail läbi elada raskeid katsumusi.

Kaua purjetasid laevad, kohtamata ühtki saart. Toiduvarud ja joogivesi olid lõppemas. Madrused sõid ära mastide nahkkatte ja püüdsid rotte, mis olid maiusroaks. Hädalõppes, kui jõuti välja Filipiini saartele. Seal Magalhães võttis osa kohalike vürstikeste omavahelistest tülidest ja sai ühes lahingus surma.

Ainult üks laev võis jätkata teekonda. Kapteni maha matnud, võttis komando suuna läände, läbis India ookeani, tegi ringi ümber Aafrika lõunapoolse osa ja saabus Sevillassse.

Magalhãesi reis tõestas, et purjetades kogu aeg ühes ja samas suunas, võib jõuda tagasi oma lähtepunkti. See aga tähendas, et Maa on kerakujuline.

Esimesest ümbermaailma-reisist osavõtjad ei märganud kusagil „ülemise“ ja „alumise“ poole vaheldumist, ning kartused, nagu seisaksid inimesed Maakera vastaspoolisel küljel alaspäi, ei tõestunud.

Hiljem määrati kindlaks ka Maakera suurus. Osutus, et Maa ümbermõõt on 40 000 kilomeetrit, tähendab, Maa läbimõõt on umbes 13 000 kilomeetrit.

Niisugusel suurel keral ka kõige kõrgemad mäeseljan-dikud — Everest, kõige kõrgem mägi Maakeral, Himaalaja mäestik, kuni 9 kilomeetrit kõrge — paistavad ainult väikeste kibrakestena. Tähendab, suurel globusel, mille läbimõõt 1,5 meetrit, saaks märkida selliseid mägesid kuni ühe millimeetri kõrgustena.

Maa pöörleb nagu vurr.

„Paljud räägivad, et Maa liigub meile märkamatuks koos meiega, ning näilikut taevakehade tõusud ja loojakud on meie liikumise tulemused.“

SENECA (Rooma filosoof meie ajaarvamise alguse ajast).

Tähistaevas on suurepärane kell, mille numbrilaul pöörlevad osutite asemel tähtkujud.

Jälgige öö jooksul tähistaevast ja te näete, kuidas seitsmest tähest koosnev kopsikukujuline Suur Vanker pöörab kord küljeli, kord laskub kummuli Põhjanaela kohale. Teised pooluselähedased tähed teevad samuti ööpäeva jooksul terve ringi tema ümber. Kuid kaugemad tähed tõusevad, liiguvad üle taevavõlvi ja lojuvad.

Taevakehade ühtlane ööpäevane tiirlemine asendas vanal ajal kella. Ajavahemik ühest keskpäevast (kui päike seisab lõunas) kuni teiseni on ööpäev. Päikese tõusust kuni loojakuni — päev, loojakust kuni tõusuni — öö. Hiljem jaotati päev ja öö umbkaudselt tundideks, arvates 12 tundi päeva ja 12 tundi öö kohta. Kuna aga päev ja öö on erinevaid aastaaegadel erineva pikkusega, siis ka päeva- ja öötunni kestus oli kevadel ja sügisel, suvel ja talvel erinev, s. o. aega mõõdeti ainult umbkaudselt.

Suuri ajavahemikke mõõdeti kuu järgi, s. o. ühest noorkuust teiseni.

Tähtede asend määras aastaaegade ja nendega seoses olevate mitmesuguste sündmuste saabumise.

Nii näiteks idas koidu eel heleda tähe Siiriuse ilmumine langes Egiptuses ühte Niiluse jõe tõusuga, mille veed kat- sid oru viljaka mudaga.

Egiptuse preestrid jälgisid hoolikalt tähtede, Päikese ja

Kuu asendit taevas ja teadsid väga palju nende taevakehade liikumisest.

Esimene, mis kohe paelub tähelepanu taeva vaatlemisel, on Päikese, Kuu ja tähtede ööpäevane tiirlemine.

See toimub nii, nagu liiguks kogu taevavõlv ümber nähtamatu kallaku telje. Jälgides seda nähtust, püüdsid muistsed õpetlased seletada, kuidas taevakehad, laskudes läänest horisondi alla, lähevad Maa alt läbi itta, et tõusta seal jälle horisondi joone kohal.

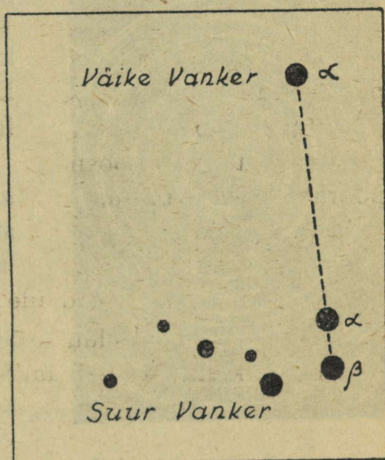
Päikese ja Kuu läbikäiguks oleks veel võinud välja mõelda mõningad maa-alused käigud, kuidas aga oleks võinud toimuda kogu tähistaeva tiirlemine?

Tähendab, Maa on igast küljest ümbritsetud taevavõlviga ja ripub vabalt maailmaruumis.

Sellele mõttele tulid mõned muistse aja õpetlased, nende hulgas Aristoteles. Ta oletas, et Maakera asub tähistaeva sfääri keskpunktis, mis tiirleb ümber Maa, või, paremini öeldes, ümber kujuteldava telje, mis läbib Maakera keskpunkti.

Nähtavat taevast pidas Aristoteles kindlaks sfääriks — õõnsaks kristallkeraks, mille külge olid kinnitatud liikumatud tähed.

Kuna Päike ja Kuu jäid maha tähtedest ööpäevasel tiirlemisel ümber maailma telje (Kuu hilineb näiteks iga



Joon. 3. Suure Vankri tähtkuju ja Väikese Vankri α (alfa) — Põhjanael.

päev 50 minuti võrra), siis ei saadud neid lugeda kinnitatuiks tähtede sfääri külge. Tuli igale neist taevakehadest anda erisfäär. Peale „liikumatute“ tähtede, millised alati säilitavad ühe ja sama asendi üksteise suhtes, olid muistsetele vaatlajaile teatavad veel viis „ekslevat tähte“



Joon. 4. Öise taeva foto. Fotoplaadi pikemaajalisel valgustamisel jäi plaadile ümber maailma-pooluse tiirlevate tähtede jäljend.

ehk planeeti. Oma kujult on planeedid samasugused kui teisedki tähed, kuid nad vahetavad kohti ja lähevad üle ühest tähtkujust teise, liikudes läänest ida poole.

Tähendab, need peaksid olema samuti kinnitatud üksikute sfääride külge, mis võimaldaks iseseisva tiirlemise.

Nii keeruliselt seletati taevakehade tiirlemist vana-ajal ja ka keskajal, kui tähtede, Päikese, Kuu ja planeetide ööpäevast tiirlemist peeti nende endi tõeliseks liikumiseks.

Kuid juba muistsetele õpetlastele tuli mõte pähe, et nähtav taevavõlvi tiirlemine ei ole tõeline liikumine, vaid ainult näiline.

Selleks, et tunnistada õigeks säärane seletus keskajal, tuli asuda vastuollu kirikuõpetajatega, kes pidasid Maa-kera liikumatuks maailma keskpunktiks, mis lasub mingisugusel kõval alusel, tähti ja Päikest aga — inimese mugavuseks loodud väikesteks taevakehadeks.

Tõsi, isegi piiblis, Hiiobi raamatus, võib leida sellise imeliku lause: „Tema (jumal) ... riputas maa ei-millegi külge.“

Ja 1440. aastal kirjutas kardinal Nikolaus Cusanus: „Ammu juba arvasin ma, et Maa ei seisa paigal maailmaruumis, vaid liigub samuti kui teised taevakehad.

Mulle näib, et Maa teeb iga ööpäeva jooksul ühe ringi ümber oma telje.”

Kuid pika aja kestel peeti mõtet Maa liikumisest ketserlikuks, jumalavastaseks. Ja poolteistsada aastat hiljem põletas inkvisitsioon sääraseid vabamõtlejaid elavatena tuleriidal.

Kirik ja usklikud inimesed pidasid Maad maailma keskpunktiks, mille ümber tiirleb kogu maailmaruum.

Tegelikult oli see aga enesepete.

Kõigile on teada silmapete liikuvate esemete vaatlemisel.

See, kes on olnud lahtisel merel ujuva laeva käilas, teab, et laev nagu seisaks paigal, meri aga jookseb talle peale.

Isegi karussellil võib tunda säärast silmapetet: kui mitte vaadata kõrvale esimese saanikese või paadikese seljalt, siis näib meile, et karussell seisab liikumatult, kuna kõik ta ümber ringleb.

Samasugust silmapetet tunneme ka Maal: Maakera pöörleb oma telje ümber, meile aga paistab, et Päike, planeedid ja tähed tiirlevad meie ümber.

Teades, et Maa pöörleb, pole vaja taevakehade ööpäevase liikumise seletuseks mingisuguseid muistsete õpetlaste poolt väljamõeldud kristallsfääre.

Niisugused tähistaeva tiirlemise õiged seletuskatsed olid tuntud juba vanal ajal. Kuid neid ei võetud tõsiselt, arvati, et see on mõttetu ja vähe-arusaadav. Esimene, kes keskajal seletas tähistaeva tiirlemist Maakera enda pöörlemisega, oli Nikolaus Kopernikus.

Ta sündis 1470. aastal väikeses poola linnakeses. Ära kuulunud loengute kursuse tolle aja parimais ülikoolides,

hakkas ta kirikuametnikuks. Vaba aega oli tal külluses, ja Kopernikus pühendas selle taevakehade vaatlemisele. Ta oli üks neid oma ajastu väheseid inimesi, kes kujutlesid endile lõpmatuid maailmaruumi mõõteid ja lugematuid maailmu. Ta sai selletõttu aru mõtte absurdsusest, et kogu maailmaruum võib ööpäeva jooksul teha ringi ümber Maakera.

Ja Kopernikus, samuti kui mõned vanaaja õpetlased, tuli veendumusele, et taevavõlvi ringkäik on ainult näiline liikumine, mis toimub Maakera enda liikumise tõttu.

Olles Maakera pinnal, me ei või märgata tema liikumist (samuti ei märka me ühetasast laeva liikumist, olles selle kajutis) ja selletõttu näib meile, nagu liiguksid Päike, planeedid ja tähed (samuti paistab meile, nagu liiguksid puud jõe kaldal, kui vaatame välja ujuva laeva kajuti aknast).

Sellise Maa liikumise seletuse puhul, mis Kopernikus andis, saab arusaadavaks, et kõik taevakehad teevad ringkäigu ühel ja samal ajavahemikul, mida me nimetame ööpäevaks.

Kui Maakera pöörab end Päikese poole selle küljega, millel asub vaatleja, siis see taevakeha ilmub meie silmapiirile, ja meile näib, et ta tõuseb. Maa liigub läänest itta, vaatlejale aga paistab, et Päike tõuseb idast ja liigub mööda taevast lääne poole.

Kui Maakera pöörab end veel enam, kaob Päike Maa taha, ehk, nagu me ütleme, läheb looja.

Kopernikuse kaasaeglastele näis, et Maakera on nii suur, et kujutab endast peaaegu kogu maailma. Päike, Kuu ja tähed aga — väikesed taevakehad, mis on määratud Maad valgustama. Selletõttu pidasid tema kaasaeglased mõtet Maakera pöörlemisest ebatõenäoliseks.

{ Kuid mõnikümmend aastat hiljem, pärast Kopernikuse

surma, kui Galilei juhtis taevasse tema poolt ehitatud teleskoobi, leidis ta uued tõendused selleks, et Koperniku-
sel oli õigus.

Uurides teleskoobiga maailmaruumi, nägi Galilei, kui suur on kosmos. Ta sai teada, et Maakera hõlmab sellest vaid tühise osa ning sellepärast, jagades Kopernikuse arva-
must, ütles teravmeelselt: „Sundida tervet maailmaruumi liikuma selleks, et Maa võiks paigal püsida, on veel rumalam kui see, et keegi, seistes ümbruse vaatlemiseks kup-
lil, nõuaks äkki, et pöörataks kogu maad ta ees ringi, et tal poleks vaja pea pööramisega ennast vaevata.”

Päikese ümber.

„Kergem näib planeete endid liigutada, kui aru saada nende keerulisest liikumisest.”

PTOLEMAIOS.

„Ma tahtsin näha, kas mul ei õnnestuks, oletades Maakera liikumist, leida liikumiste (planeetide) seletuseks taeva orbiitidel täpsemaid tulemusi...”

N. KOPERNIKUS.

Keskajal peeti inimest maailma krooniks ja eesmärgiks ning arvati, et tema saatuse on seotud taevakehade liikumisega.

Astroloogid ehk tähtedelugejad koostasid horoskoope, ennustades inimese tulevikku planeetide asendi järgi tähtede hulgas.

Naiivne usk! Kuid tänu sellele kogus inimkond palju väärtuslikke andmeid taeva ja planeetide kohta. Vürstid,

hertsogid, kuningad olid väga huvitatud oma tulevikust. Igal neist oli oma astroloog.

Uhes tähetornis „Urania“ lossis, mis ehitati Taani kuninga Friedrich II kulul, teostas palju aastaid järjest vaatlusi kuulus XVI sajandi õpetlane Tycho Brahe, keda kaasaeglased nimetasid „hiilgavaks“.

Juba muistsed inimesed, vaadeldes tähistaevast, märkasid, et Päike jääb tähtedest maha oma ööpäevases tiirlemises. Muidugi oli raskem kindlaks määrata seda Päikese mahajäämist kui Kuu kohamuutmist, kuna Päike pimestab tähtede valgust, kellede ees ta kohta muudab.

Kuid ka Päikese kohamuutmine oli teada muistsest ajast: tähtkujud, milledele ta läheneb, muutuvad nähtamatuks; teised, milledest ta kaugeneb, ilmuvad öisesse taevasse; talvel on nähtavad sellised tähtkujud, mis suvel end peidavad Päikese kiirtesse.

Jälgides tähelepanelikult tähistaeva muutuvat pilti, tegid muistsed inimesed kindlaks, et Päike liigub edasi ja aasta vältel teeb täieliku ringi tähtede hulgas, tulles tagasi oma lähtepunkti. Tähtkujud, mida mööda liigub Päike oma aastasel ringkäigul, asuvad suure ringi joonel, mis jagab kogu taevaskera kahte võrdsesse ossa.

Samataoliselt liiguvad tähtede hulgas ka planeedid, igaüks neist teeb erisugusel ajavahemikul täieliku ringi liikumata tähtede hulgas.

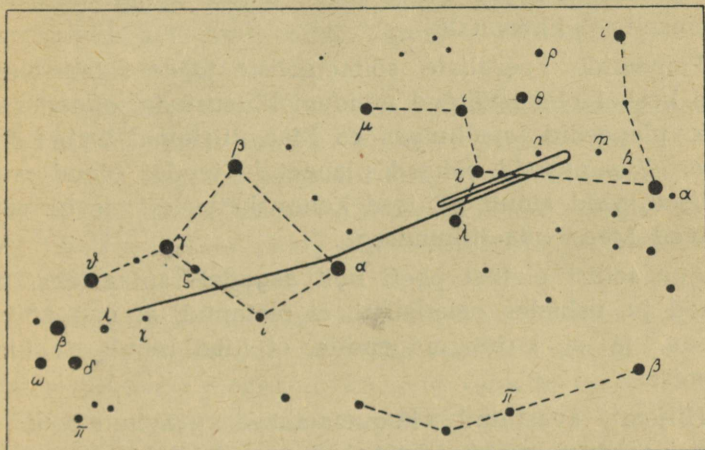
Planeetide liikumine osutus keerulisemaks kui Päikese liikumine: iga planeet liigub kord edasi tähtede hulgas läänest itta, seal äkki peatub ja hakkab tagurpidi liikuma ning, tehes sõlme, suundub uuesti ida poole.

Vana- ja keskajal ei suutnud keegi seletada neid ime-likke planeetide liikumisi.

Uldtarvitatava seletuse andis veel meie ajaarvamise algul Klaudios Ptolemaios oma uurimuses „Almagest“, mis tähendab „Suur raamat“.

Ptolemaios kinnitas, et Maa asub maailma keskpunktis ja et iga planeet tiirleb ühtlaselt ringitaolist teed mööda ümber mingisuguse punkti, see punkt aga omakorda ringleb ümber Maakera.

Säärase keerulise liikumise tõttu tekkisidki Ptolemai-
ose arvates näilised sõlmetaolised planeetide kohamuut-
mised tähtede hulgas.



Joohn. 5. Must joon on näiline planeetide teekond tähtede hulgas.

Juhindudes oma süsteemist, koostas Ptolemaios tabelid, millede järgi võis edaspidi määrata kindlaks planeetide asendi taevas.

Keskaja õpetlased olid Ptolemaiiosega täielikult ühel arvamusel. Kuid osutus, et nähtav planeetide asend tähtede hulgas ei langenud ühte Ptolemaiiose tabelite järgi määratud asendiga.

Selleks, et kooskõlastada tegelik planeetide liikumine Ptolemaiiose seletusega, oli tarvis välja mõelda uued,

täiendavad keskpunktid, millede ümber planeedid peaksid tiirlema. Need keskpunktid pidid tiirlema teiste punktide ümber, millised omakorda tiirlesid ümber Maa.

See oli säärane keeruline ja segane süsteem, et Kas-tiilia kuningas Alfons X, kes tundis hästi kaasaegset teadust taevakehade liikumise kohta, ütles: „Kui issand jumal oleks maailma loomise ajal teinud mulle au, küsides minult nõu, siis palju oleks olnud tehtud paremini, peamiselt — lihtsamalt.”

Planeetide keeruliste sõlmetaoliste teede seletust tähtede keskel oleks võidud muidugi lihtsustada, oletades, et kõik planeedid, sealhulgas ka Maa, tiirlevad ümber Päikese. Siis oleksid sõlmed planeetide teedel olnud mitte tõelised, vaid ainult näilised kohavahetused, mis on seletatavad Maa enda liikumisega.

Aga sellist oletust peeti noil aegadel fantaasiaks. Inimesed ju, uskudes oma silmi, ei oletanud, et nad võivad eksida, ja ei kujutanud endile, et Maa liigub maailmaruumis.

Hiljem avastatud kogumaailmse gravitatsiooni ja inertsiseaduse mitteteadmine oli suureks takistuseks arusaamisele asjade tõelisest olukorrast. Inimestele näis, näiteks, et õhk ei võiks püsima jääda liikuva Maa pinnal ja haihtuks maailmaruumis. Kuid geenius Nikolaus Kopernikus astus üle kõigist takistustest, mis sulgesid tee tõe juurde, ja andis õige seletuse nähtavale planeetide liikumisele.

1543. aastal ilmus tema raamat „Taevakehade liikumisest”. Ta seletas ära taevakehade ööpäevase ringkäigu ja nähtavad planeetide ja Päikese kohavahetused tähtede keskel Maakera pöörlemisega ümber oma telje ja kõigi planeetide ja Maa tiirlemisega oma ringteedel ümber Päikese.

Meile paistab, et Päike liigub edasi tähtede ees, sellepärast et Maa ise liigub ümber Päikese. Kui ta teeb terve ringi ümber Päikese, näib vaatlejale Maa pealt, et Päike on teinud terve ringi tähtede keskel. See kohavahetus toimub teatava ajavahemiku jooksul, mida me nimetame aastaks.

Planeetide edasiliikumine tähtede hulgas läänest ida poole on nende tõeline liikumine Päikese ümber, ja mingsuguseid seisakuid ning tagurpidi liikumisi planeedid muidugi ei teosta.

Kujutlege endile, et te näete kiirrongi aknast vankrit, mis liigub ühes suunas rongiga. Kuigi vankri rataste pöörlemise järgi on selgesti näha, et ta liigub edasi, näib teile siiski kauge metsa taustal, et vanker liigub tagasi. See tuleb sellest, et rong liigub kiiremini ja jõuab vankrist ette.

Täpselt samuti paistab ka meile maailmaruumis kiiresti kihutavalt Maakeralt, et kõik samas suunas Päikese ümber liikuvad planeedid kaugete tähtede taustal näivad mõnikord taganevat, tagurpidi liikuvat.

Kopernikus töötas oma raamatu kallal 36 aastat. Kaua enne selle ilmumist levitati jutte, et Kopernikus ei ole nõus Ptolemaiiose maailmasüsteemiga ning seletab oma viisi taevakehade liikumisi.

Kopernikuse peale hakkas kurje pilkeid sadama nagu rahet. Ühed pidasid teda lolliks, teised hullumeelseks.

Kuid laimamine ei peatanud õpetlase mõtte vabalendu.

Kopernikus sai siiski aru, missugusesse hädaohtu teda oleks võinud viia inkvisitsioon — katoliku kiriku vaimulik politsei. Seepärast avaldas ta oma töö alles oma elu lõpul.

Ja ainult Kopernikuse surma tõttu ei saanud inkvisit-

sioon teda julmalt taga kiusata. Kopernikuse raamat keelati aga siiski ära kui ketserlik, s. o. kui pühakirjale vastukäiv.

Nagu alati, kui avaneb tõde, saavad nähtused, mida tolle ajani seletati keeruliselt ja segaselt, lihtsama seletuse.

Seda märkiski ära meie kuulus õpetlane Mihhail Lomonossov oma luuletuses, mis pilkab Kopernikuse vastaseid:

Peol sattusid kord kokku astronoomi kaks,

ja äge vaidlus nende vahel lahti läks.

Üks kinnitas: „Maa pööreldes Päikese ümber käib.

ja teine väitis: Päike kõik planeedid kaasa viib.

Üks oli neist Kopernikus ja teine Ptolemaios.

Kokk tuli muigega ja vaidlus kohe vaibus.

Talt küsis peremees: „Sa tead ju tähtede käiku?

Kui nii, siis näita siin ka sina oma taipu.“

Kokk andis vastuse: „Kopernikus on võitnud,

ma seda tõestan, pole päikesel küll olnud:

Sa sellist lihtsameelset kokka küll ei näe,

kes keerutaks sul kollet ümber prae?“

Maailmaruumi ja kosmiliste kehade — planeetide, tähtede, udukogude ja komeetide uurimine, suurte kau guste mõõtmine, mis eraldavad neid maailmu üksteisest, tõestasid, et mõte Maakerast kui maailmaruumi kesk punktist on absurdne.

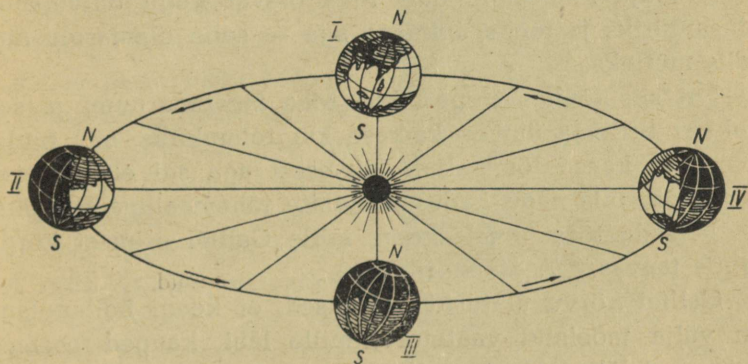
Kopernikus seletas ära väga lihtsalt paljud tolle ajani taevas ja Maa peal tähelepanndavad salapärased nähtused.

Tiireldes ümber Maakera satub Kuu mõnikord Maa varju sisse. Siis näeme kuuvarjutust. Kui aga Kuu vari jookseb üle Maakera pinna, siis elanikud, kes asuvad selle varju vööndis, näevad päikesevarjutust.

Maakera telg säilitab tema tiirlemisel ümber Päikese ühe ja sama asendi maailmaruumis. Selle kujuteldava telje ots on põhjapoolkeral alati juhitud punkti, mis asetseb Põhjanaela läheduses.

Selle telje alatise suuna säilimine on kõigi pöörlevate kehade omaduseks. Seda on kerge kontrollida hariliku vurri abil.

Muutmata pöörlemise telje suunda ja tiireldes ümber Päikese, asetab Maakera Päikese kiirte alla kord põhjapoolse, kord lõunapoolse poolkera.



Joon. 6. Maakera tiirleb ümber Päikese nii, et ta telg säilitab oma suuna maailmaruumis.

Seepärast teatavas kauguses kummagi pooluse ümber (punktid, kust läheb läbi kujuteldav Maakera telg) ei lähe Päike looja suvise poolaasta jooksul ega tõuse talvise poolaasta jooksul. Poolusel teeb ta aga ööpäevase ringkäigu horisontaalset ringi mööda, jäädes ühele ja samale kõrgusele; ilmudes horisondi kohale, tõuseb ta aegamisi kõrgemale ja kõrgemale; jõudes teatava kõrguseni, hakkab ta madalamale laskuma ja lõpuks kaob poolleks aastaks horisondi alla.

Maa planeetide ja tähtede maailmas.

„Ma kinnitan, et on olemas lugematu hulk maailmu, mis sarnanevad Maakerale.“

GIORDANO BRUNO (XVI sajandi õpetlane).

Keskaja inimestele näis Maa olevat kogu universumi alusmüüriks ja toeks, inimene aga — selle olemasolu ain-saks mõtteks.

Ent siis tõukas Kopernikus Maa maailmaruumi ja see hakkas tiirlema ümber Päikese kui tolmu-kübe, mis tuule-keerisest kaasa tõmmatud. Inimesest aga sai elanik pisi-planeedil, mis nagu kadus miljonite tähemaailmade hulka.

Ja seda tõestas teleskoop, mille Galilei esimest korda juhtis taevasse 7. jaanuaril 1610.

Galilei kõrvu ulatusid kuuldused, et keegi hollandlane on välja mõelnud vaatetoru, mille läbi kauged esemed paistavad lähedastena. Selline toru võimaldas näha üksik-asju, mis paljale silmale olid ligipääsmatud.

Galilei teadis hästi optiliste klaaside omadusi. Istudes öö läbi arvestuste ja katsete kallal, valis ta välja kombi-natsiooni kahest klaasist, millede läbi esemed paistsid palju lähemal kui nad tegelikult olid.

Esimene tema poolt valmistatud pikksilm ehk teleskoop suurendas, s. o. lähendas kaugeid esemeid 30-kord-selt (kaasaegsed teleskoobid annavad tuhat- ja enam-kordse suurenduse), kuid seegi juba avaldas suurt mõju tema ajastu inimestele. Galileile tehti ettepanek viia see suurepärase riist Veneetsiasse. Veneetsia doodž (valit-seja) ise ja senaatorid ronisid torni otsa Galilei juurde, et vaadata läbi tema pikksilma kaugeid laevu, mis polnud paljale silmale nähtavad.

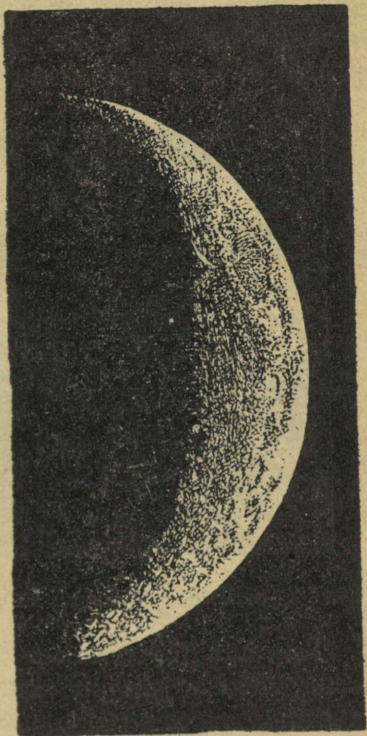
Teleskoop on tõeline „aken“ maailmaruumi.

Galilei nägi Kuu peal mägesid, mis heitsid ta pinnale pikki varje. Suurem osa Kuu mägedest erines maapealseist, kujutades endast kõrget valli, mis piirab ümargust väljakut; leidus ka mäeseljandikke, mis väga sarnanesid maapealsetega. Oli täitsa tõenäoline, et Kuu sarnaneb Maakeraga.

Olles pime nagu Maagi, on Kuu meie poolt nähtav ainult siis, kui ta pind on valgustatud Päikese kiirtest. Täpselt samuti võib pime-
das toas näha laua pinda, kui talle langeb valguskiir luugi ava kaudu. Kui vaataksime Kuu pealt Maakeral, siis näeksime, et Päikese kiirtest valgustatud planeet Maa kumab Kuu taevas samuti kui Kuu paistab meie taevas.

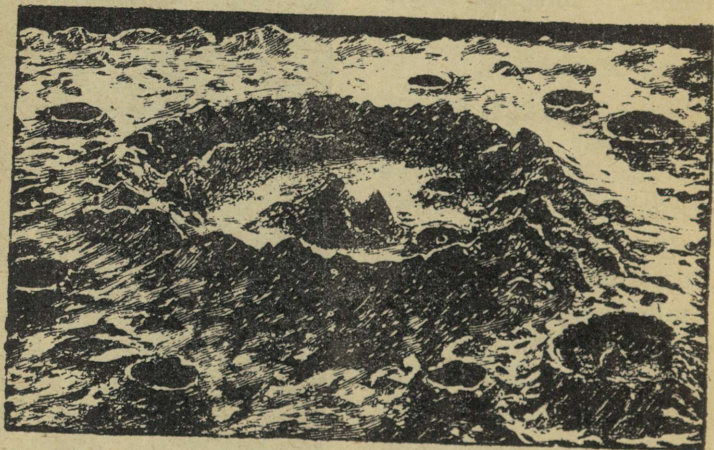
Kuna me näeme ainult Kuu pinna valgustatud osa, siis paistab ta meile mitmesugusel kujul ehk mitmes faasis.

Kui Kuu asub Maa ja Päikese vahel, on ta meie poole pöördunud oma valgustamata poolega, ja siis on ta nägematu. Liikumisel ümber Maa muutub nähtavaks ikka suurem ja suurem osa Kuust. Ta näitab end meile sirbi kujul,



Joon. 7. Fotoülevõte Kuu sirbist. Ta äärtel on nähtavad rõngakujulised mäed.

mis järk-järgult laieneb ja läheneb poolringile. Kuu edasisel liikumisel ümber Maakera näeme, et poolring suureneb, ja siis, kui Kuu asub otse Päikese vastas, saabub täiskuu. Edasi muutub kõik vastupidises korras: Kuu täisketas väheneb, muutub sirbiks, mis ikka enam ja enam kitseneb, ja lõpuks kaob Kuu meie silmist.



Joon. 8. Sellistena näeksime Kuu mägesid, kui satuksime Kuu peale.

„Aga kui Kopernikusel on õigus ja planeedid tiirlevad ümber Päikese, siis peavad Veenusel olema samad faasid kui Kuul,” mõtles Galilei.

Ta juhtis oma teleskoobi sellele heledalt säravale valguskehale, mis on nähtav kord hommiku- kord õhtutaevas ja nägi ... Veenuse faase; ta paistis kord kitsa sirbina, kord poolringina, kord täie ringina. Kopernikusel oli õigus.

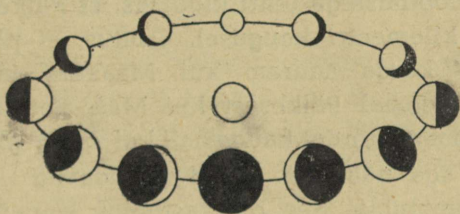
Planeet Jupiter paistis teleskoobi vaatepiiris kettana. Vaadeldes Jupiteri ketast mõne päeva vältel, märkas Galilei planeedi külgedel nelja tähekest. Nad muutsid kohti planeedi ketta suhtes: igaüks neist kord lähenes talle,

kord peitis end ta taha, kord ilmus teisest küljest. Oli tõenäoline, et need on planeedi kaaslased (kuud), mis tiirlevad tema ümber samuti kui Kuu tiirleb Maa ümber.

Jupiter ja ta kuud sarnanesid täpselt Päikesele ühes ta planeetidega, nagu neid Kopernikus enesele kujutles.

See oli kõige tugevamaks löögiks Kopernikuse vastastele.

Nad rääkisid, et kui Maakera tiirleb ümber Päikese, siis ka Kuu, tiireldes ümber Maakera, peab järgnema temale ta teed mööda. Nad pidasid seda võimatuks. Kuid siis leidis Galilei maailmaruumist tõenduse, et säärane



Joon. 9. Veenuse faasid ta liikumisel ümber Päikese.

nähtus on võimalik: Jupiter, liikudes ümber Päikese, viis kaasa ka oma kuud.

Teleskoop jätkas maailmaruumi piiride avardamist. Ta avastas maailmaruumi sügavustes loetlematud, palja silmaga nähtamatud tähed. Linnutee jagunes samuti lugematuks tähtedeks.

Inimese mõte tungis veel kaugemale maailmaruumi sügavusse kui teleskoop. Üheaegselt Galilei'ga elas Itaalias õpetlane Giordano Bruno. Ta kinnitas, et tähed on kauged päikesed, võib-olla isegi ületavad Päikese oma suuruse poolest. Ta rääkis, et nende päikeste ümber tiirlevad samuti planeedid. Tähendab, Maakeral ei ole mitte mõni erandlik asend maailmas: ta on ainult Väike planeet Päi-

kese peres, mis omakorda on üks lugematuist planeetide süsteemidest maailmaruumis.

Nende mõtete eest põletati Giordano Bruno inkvisitsiooni otsusel elavalt tuleriidal. Kuid surres hüüdis mehine õpetlane: „Ära põletada — see ei tähenda ümber lükata!”

Kopernikuse ja Galilei ajal ei olnud inimestel veel aimu maailmaruumi tõelisest suurusest. Ainult pärast seda, kui mõõdeti ära nähtavad planeetide nihkumised, milliseid võis tähele panna erinevaist punktidest maapinnal, sai võimalikuks kindlaks määrata kaugus Päikese ja Maa ning teiste planeetide vahel.

Täpsete mõõtmistega tehti kindlaks, et Päike asub meist 150 miljoni kilomeetri kaugusel. Osutus, et planeet Jupiter on 1300 korda suurem kui Maakera ja et ta on 5,2 korda kaugemal Päikesest kui Maa. Saturn aga asub Päikesest kümme korda kaugemal kui meie planeet.

Ei olnud aga näha, et tähed muudavad kohta. Nad paistsid liikumatuina. See oli vastuolus Kopernikuse süsteemiga ja asetas selle kahtluse alla. Ainult palju aega hiljem leiti selle liikumatuse tõeline põhjus. See seisnes hiiglasuures kauguses Maakera ja tähtede vahel.

Kujutlege vaatlajat mõnel tähel, kes jälgib Maa asendit (kui Maakera oleks nähtav sellelt kauguselt): ta näeks, et Maa teeb aasta jooksul vaevalt märgatava teekonna ümber väikese tähekesse, millena sealt paistaks meie Päike.

Tähendab, ka meie, vaadeldes Maakeralt tähte, oleksime pidanud nägema samasugust kohavahetust taevas, mida vaatleja tähe peal oleks märganud Maakera asendis.

Need kohavahetused on tõeliselt olemas, ainult nende avastamiseks ja mõõtmiseks oli tarvis väga täpseid ja peeni riistu, milliseid aga tolleaegseil õpetlastel ei olnud.

Siis kui teleskoop ühendati nurgamõõtjaga ja kõige täpsemate jagamismasinatega abil õpiti kandma nende riis-

tade metallrõngastele peenemaid jaotusi, osutus võimalikuks avastada ja ära mõõta paljude tähtede kohamuutusi.

Esimene, kel õnnestus seda teha, oli saksa täheteadlane XIX sajandist — Bessel.

Ta seadis enesele ülesandeks ära mõõta tähtede kaugusi. Ja nii, vaadeldes väikest tähekest Suure Risti ehk Luige tähtkujus, avastas ta selle nihkumise aastas. Valiti säärasteks eesmärkideks kõige heledamad tähed, arvates, et nad on meile kõige lähedamad, kuid see osutus ebaõigeks.

Arvutades välja vaadeldava tähekesse kauguse, leidis Bessel, et võrreldes sellega on meie planeetide süsteemi suurused väga väikesed.

Valguskiir läbib 300 tuhat kilomeetrit sekundis. Päikesese kiir jõuab Päikeselt kuni Maani 8 minuti 20 sekundi jooksul. Kuid selleks, et valguskiir lähima tähe juurest jõuaks meie planeedini, on vaja terveid aastaid. Kui mõni neist tähtedest kustuks, me näeksime ta sära veel kaua aega. Väga kaugete tähtede valgus jõuab meieni alles sadade ja tuhandete aastate pärast.

Tähtede asendi uurimine väga täpsete riistade abil tõestas samuti, et tähed liiguvad üksteise suhtes mitmes suunas. See on nende tõeline liikumine maailmaruumis, kümnete kilomeetrite kiirusega sekundis. Me ei märka neid liikumisi ainult selletõttu, et asume tähtedest väga suurel kaugusel. Läheb vaja kümnekond tuhat aastat, et tähtkujude ilme muutumine saaks märgatavaks.

Meie Päike on üks lugematuist tähtedest. Seepärast peab ka tema muutma kohta maailmaruumis.

Kuna aga Maakera liigub edasi koos Päikesega viimase liikumise suunas (samuti kui Jupiteri kuud liiguvad koos temaga ta tiirlemisel ümber Päikesese), siis võime märgata seda liikumist ainult tähtede asendi vaatlemisel: selles taeva punktis, mille suunas liigub Päike, peavad tähed

laiali minema mitmele poole, samuti kui metsa mööda minevale inimesele paistab, nagu läheksid puud tema ees laiali.



Joon. 10. Andromeda tähtkujus sära-
rab tuhmilt kauge „tähesaar“.

tavad tuhmilt „tähesaared“, mis sarnanevad meie tähtede kogumikule — Linnuteele.

Seal, maailmaruumi sügavikus, luges inimene läbi ka Maa tekkimise ajaloo.

Kunagi liikusid kaks tähte suure kiirusega üksteisele vastu. Üks neist oli meie Päike, teine jäi teadmatuks.

Nende üksteise vastu suunatud liikumine oli juhuslik,

Osutus, et Herkulese tähtkujus tähed peale oma (tõelise) liikumise nagu lähevad laiali ühest punktist. Kuid taevapunktis, mis asub Herkulese tähtkuju vastas, tähed nagu läheneksid üksteisele. Tähendab, Päike kõigi oma planeetidega kihutab Herkulese tähtkuju suunas. Ja koos Päikese süsteemi planeetidega liigub sinna ka meie Maakera.

Maa on nagu laev maailmaruumi ookeanis. Tema tekilt võivad reisijad jälgida maailmaruumi elu. Nende silmade ees säravad planeedid, vilguvad kui tuletornid kauged tähed ja veel kaugemal pais-

kuid miljonite aastate pärast lähenesid nad sedavõrd, et vastastikune tõmbetung kiskus neid tagasihoidmatult üksteise poole.

Lähemale, lähemale... Ja näe, juba nad tormavad üksteise ümber, nagu kaks rasket kera, mis nõoriga ühte seotud.

Tohutu suur voolulaine tõusis Päikese pinnal ja tähele vastu purskas tulivedela mateeria hiiglajuga.

Möödunud suurest tähest, hakkas Päike temast eemalduma, ja kaks taevakeha läksid üksteisest igaveseks lahku.

Väljaheidetud tulivedelad gaasid ja aurud, tõmbudes kerakujulisteks massideks, hakkasid tiirlema ümber Päikese.

Nii, paljude õpetlaste oletuse järgi, tekkisid planeedid ja nende hulgas ka meie Maa.

Vähenedes mahult, pöörles Maa ikka kiiremini ja kiiremini oma telje ümber.

Te teate, et liiga kiiresti pöörlev malmist hooratas võib puruneda tükkideks: teda rebib katki tsentrifugaal-jõud.

Samuti rebenes väga kiiresti pöörleva Maa küljest osa poolvedelast massist, millest sai Kuu.

See tiirles esialgu ümber Maa sama aja jooksul kui Maakera pöörles ümber oma telje. Kuid hiljem jäi ta liikumises maha ja hakkas pikkamisi eemalduma. Tuhandete aastamiljonite möödumisel aeglustus Maakera pöörlemine: Maa hakkas tegema täieliku ringi ümber oma telje 24 tunni kestel, Kuu läks aga Maast eemale 380 tuhande kilomeetri kaugusele.

Tulivedel Maakera jahtus ja kattus kõva kivise koorikuga, ta pind aga kattus veega, mis sadas maha jahtunud õhkkonnast.

Teine peatükk.

MAAKERA.

Maa soomusrüü.

„Eksisteerib arvamus, et mandrid ujuvad basaltmagmal; viimane kujutab endast sitket ja tihedat kivimassi, mis tuleks välja päevalgele viiel kaheksandikul Maa-kerast, kui ookeanidest kõrvaldaks vesi.“

J. JOLLY (inglise geoloog).

Maailmakehade vaatlemine etendas suurt osa inimese elus, kuid Maa uurimine on temale veelgi tähtsam.

Maa peal aga polnud vähe mõistatusi.

Uheks mõistatuseks osutus näiteks ka sinine taevas, mida mööda käib oma päeval sel teekonnal lõõmav Päike. Miks on taevavõlv sinine, — seda inimesed mõistatasid väga kaua aega.

Taevavõlvist kõneldakse harilikult nagu millestki, mis tõeliselt on olemas. Muistsed õpetlased, nagu teame, pidasid seda isegi kindlaks sfääriks.

Tegelikult aga ei ole taevavõlvi olemas, see on üks paljusid meie nägemismeele petteid.

Taevas ei ole mitte taustaks Päikesele, nagu ta meie silmale paistab, vaid sinine läbipaistev „eesriie“, mille läbi on nähtavad hiilgavad taevakehad.

Paks õhukiht, niisama nagu teisedki läbipaistvad kehad, värvub temast läbi tungivate päikese kiirte haj valgusest. Selletõttu väga kauged mäed, mis on nähtavad läbi paksu õhukihi, paistavad helesinistena, kuid mitte tumedatena, millised nad tõeliselt on.

Tarvitseb aga tõusta kahekümne kilomeetri kõrgusele maapinnast ning jätta enda alla kõige tihedamad õhukihi, kui helesinine taevavõlv kaob peaaegu sootuks, ja meie ees avaneb maailmaruum, milles nagu pimedal ööl säravad päevases päikese valguses heledad tähed.

Öösel kaob sinine taevavärvus sellepärast, et Kuu ja tähtede valgusest ei jätku õhukihi värvimiseks. Ja maailmaruum laiub meie silmade ees tohutu pimesa kuristikuna arvutute säravate taevakehadega.

Ulemisi õhukihte kuni 30—40 kilomeetri kõrguseni uuritakse õhupallide abil, mis kannavad isekirjutavaid aparate. Tõustes paisub selline pall ikka enam ja enam, kuna väline surve tõusule vastavalt väheneb ja pall lõpuks lõhkeb. Isekirjutavad aparaadid laskuvad langevarjuga alla, ja nende üleskirjutuse järgi saadakse teada, mis toimub kõrgetes, seni veel inimesele ligipääsmatuis õhukihides.

Mida kaugemale maapinnast, seda nõrgemaks muutub õhusurve. Viie kilomeetri kõrgusel on õhk kaks korda hõredam kui maapinna läheduses. Kümne kilomeetri kõrgusel on õhurõhk neli korda väiksem; tähendab, kolm neljandikku kogu õhumassist moodustavad ainult kümnekilomeetrilise paksusega kihi.

Mida kõrgemale tõuseme Maast, seda külmemaks muutub õhk. 11 kilomeetri kõrgusel on temperatuur — 55°. Ja 12, 15, 20 kilomeetri kõrgusel näitab kraadiklaas samuti 55° alla nulli.

Õhuvooulud, tuul, harilike pilvede tekkimine ja liiku-

mine toimub kuni kümne kilomeetri kõrgusel. Ainult kõige kõrgemad kiudpilved tõusevad veel kõrgemale.

Väga hõre õhukiht ulatub palju kaugemale kui 40 kilomeetrit, seda tõestavad tähelepanekud niinimetatud „langevate tähtede“ (meteooride) üle.

Oma teekonnal ümber Päikese kohtab Maakera tihti väikesi taevakehakesi — meteooore, millised kihutavad mitmesuguse kiirusega läbi avaruse (kuni 70 kilomeetrit sekundis).

Lennates ülemistesse õhukihtidesse, kuumenevad nad hõõrdumisest õhus ning saavad nähtavaiks, joonistades pimedale taevale heleda viiru — langemise jälje.

Märkides ära meteoori ilmumise kahelt maapinna punktilt, võib kindlaks määrata kõrguse, millelt meteoor hakkas sarama, tähendab, ka kõrguse, millisel atmosfäär omab juba küllaldase tiheduse, et meteoor võiks hakata hõõguma.

See kõrgus on umbes 100 kilomeetrit.

Kuid ka kõrgemal — kuni 1000 kilomeetrit maapinnalt — on arvatavasti veel olemas atmosfäär, ainult ta on äärmiselt hõre ja koosneb nähtavasti mitte õhust, vaid, nagu oletatakse, muudest gaasidest.

Õhukiht ümbritseb Maakera, kaitstes ta pinda jahtumise eest.

Päikese kiired, tungides vabalt läbi õhu, soojendavad maad ja vett meie planeedil. Soojuse tagasiandmine maailmaruumi aeglustub, kuna õhk peab kinni soojust, nagu klaasitud raam hoiab alal soojuse taimelavas või kasvuhoones.

Kui seda õhukatet ei oleks, kaotaks Maa pimeduse saabumisel kogu päeva jooksul kogutud soojuse, ja temperatuur langeks väga madalale (oletatakse, et see oleks lähedane absoluutsele nullile, millal kõik gaasid muutu-

vad tahketeks kehadeks) ning elu sääraates tingimustes muutuks võimatuks.

Viis kaheksandikku Maakera pindalast on kaetud veega. Veekihi sügavus on mitmesugune, keskmiselt on ta võrdne 3700 meetriga.

Ookeani vee temperatuur sõltub ta soojenemisest päikese kiirte all. 750—1100 meetri sügavuses on vee temperatuur alati ja kõikjal $+4^{\circ}\text{C}$. Sügavamal muutub ta pisut külmemaks, ja ookeani suurtes sügavustes langeb vee temperatuur isegi kuni 2° alla nulli (merevesi külmub madalamas temperatuuris kui mage vesi).

Kui võiksime matkata mandri rannikult mööda ookeani põhja, siis see matk algaks tohutu suurel, rannast aeglaselt alaneval tasandikul.

Kalda läheduses ei ületa meresügavus harilikult 200 meetrit. Kuid mida kaugemale, seda enam alaneb ookeani põhi, ulatudes kuni mitme tuhande meetri sügavuseni. Kõige sügavamad lohud asuvad harilikult mitte ookeani keskkohal, vaid järskude, tihti mägiste kallaste läheduses. Kõige sügavamad lohud, mis ulatuvad kümne tuhande meetrini, on leitud Filipiinide saarestikust ida pool ja Mariaanide saarestiku läheduses. Kõige avaramad ja väga sügavad lohud ulatuvad ida poole Jaapani saartest ja Uus-Meremaast ning lääne poole Lõuna-Ameerika rannikust.

Maismaa kõrgustike keskmine kõrgus ookeani veepinnalt ei ületa 825 meetrit, ookeani põhja keskmine sügavus on umbes 3700 meetrit, s. o. ületab neli korda maismaa keskmise kõrguse.

Mandrid — need on tohutud rahnud, mis tõusevad veega kaetud tasandike kohal. Kui vesi kaoks ja meie planeet muutuks kuivaks, siis kõige kõrgemad mäeahelikud paistaksid tühistena, võrreldes mandri massiividega.

Šahtide ja puuraukude abil on Maa koort uuritud kuni 4—4,5 kilomeetri sügavuseni. Need on kõige sügavamad kaevused, mis tehtud inimese poolt.

Mida sügavamale me tungime maakoore sisse, seda soojemaks muutuvad kivimid. Iga järgneva 30—33 meetri sügavuses tõuseb maa lademetes temperatuur ühe kraadi võrra.

Sügavais šahtides, näiteks, on nii kuum, et inimesed töötavad seal, kastes end külma veega, kuid ka siis ei suuda nad välja kannatada säärast temperatuuri enam kui neli tundi järjest. Sügavaist puuraukudest tõuseb aga tuline vesi ja tungivad üles aurujoad.

Maakoore omadusi me uurime ainult maismaal. Mere põhi on meile ligipääsmatu.

Kuid siiski on läinud korda kindlaks teha, et ookeani põhja kivimassid koosnevad tihedamaist liikidest kui mandrid.

Seda saadi teada, jälgides pendli liikumist.

Pendli liikumise kiirus sõltub Maa tõmbetungist: mida suurem on tõmbetung, seda kiiremini liigub pendel.

Lugedes liikumiste arvu ühel ja samal ajavahemikul erinevais kohtades, on kerge kindlaks määrata kõige väiksemad muudatused pendli liikumise kiiruses.

Ja sel teel pandi tähele, et ookeani pinnal liigub pendel kiiremini kui mandritel. Tähendab, tõmbetung on ookeani pinnal suurem kui mandril.

Seda nähtust võib seletada sellega, et kivimid ookeani põhjas on palju tihedamad ning tõmbavad suurema jõuga pendlit ligi kui mandrid.

See tähelepanek, nagu me näeme, võimaldas teha väga tähtsa järelduse Maakera ehitusest.

Maakoore liikumised.

„Maismaa ja mere jaotus ei jää alati ühesuguseks. Tihti ilmub meri seal, kus oli maismaa, ning taas ilmub maismaa seal, kus oli meri.“

ARISTOTELES.

„Maa jaheneb, Maa väheneb. Ta pind tõmbub kortsu ja lõheneb. Siin tõusevad mäed, kuivavad mered, seal hukuvad terved mandrid...“

F. LEVINSON-LESSING (*vene akadeemik*)

Pööreldes oma telje ümber, teeb Maakera teekonna ümber Päikese 30-kilomeetrilise kiirusega sekundis ning liigub koos Päikesega Herkulese tähtkuju suunas. Võttes ise kõigist neist liikumistest osa, me ei märkagi neid. Meie igapäevases elus, isegi eemaldudes maapinnalt lennusõitudel, me peame Maakera liikumatuks.

Kuid maailmas ei ole midagi liikumatut. Kõik muutub, kõik liigub.

Isegi maakoor, mis on alustoeaks meie hoonetele, ei seisa paigal. Temas toimuvad aeglased liikumised, mida me ei märka meie lühikese eluea kestel. Kuid me võime neid kindlaks teha, kui vaatleme tähelepanelikult mõningaid nähtusi Maa pinnal.

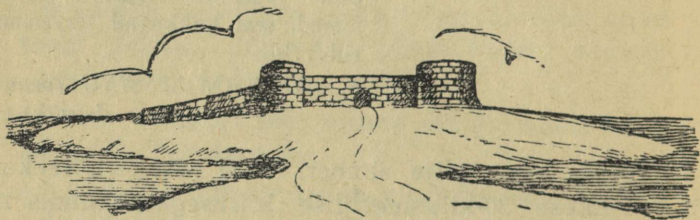
Juba ammu on teada, et ühtedes maades merepind näib nagu alanevat, teistes aga tõusvat.

Norra lahtedes võime näha kaljudesse kruvitud raudrõngaid, mis ripuvad kõrgel ookeani veepinna kohal. Kunagi olid nad randumiskohtadeks merelaevadele. Mere-mehed sidusid nende rõngaste külge köisi. Ja rõngad olid

siis muidugi veepinna lähedal. Kuid möödusid mõned sajandid — ja me vaatame neile rõngastele nüüd alt üles.

Paljud meie küladest ja alevikest, mis Ivan IV ajal asusid Valge mere kaldal, on nüüd üle viie — kuue kilomeetri sellest eemal.

Solovetski kloostri kroonikate järgi võib kindlaks teha, et mõned sügavad ja soodsad Solovetski saarte sadamad on mitme sajandi vältel väga madalaks jäänud. Zajatski saartel asuvale sadamale, millele vanasti lähenesid mere-



Joon. 11. Kaspia mere vetest tõusid üles kunagi vee alla maetud kindluse seinad.

laevad, võib nüüd vaevalt paadiga ligi sõita. Solovetski saarte graniidist kaldapealne aga, mis on ehitatud kaks-sada aastat tagasi kalda kaitseks murdlainete eest, on tõusnud kõrgele mere kohale.

XVIII sajandi algul tõusid Kaspia mere Bakuu lahes veepinnale väikese kindluse varemed. Nüüd on nad juba tervenisti kuni alusmüüriini tõusnud vee kohale.

Kindluse tornide ja müüride kiviladumise viisi järgi tehti kindlaks, et kindlus oli ehitatud araablaste poolt kaheksasada aastat tagasi. Pärast kattis meri kindluse, kuid meie ajal tõusis ta uuesti merepinnale.

Merepinna alanemist Norra ranniku juures võib seletada ainult maismaa tõusuga; kui ookeani pind tõeliselt alaneks, nagu see meile näib, siis võiks seda nähtust

tähele panna mitte ühes, vaid kõigis kohtades. Piki Lääne-
mere lõunapoolse osa rannikut aga võib leida veest välja-
ulatuvaid kändu- ja rüudurakaid kunagi mere alla maetud metsa-
dest. Mõõnade ajal paljastuvad Normandia ja Bretagne
ranniku lähedal muinasnimeste poolt ehitatud dolme-
nid¹⁾, mis muiste asusid muidugi maismaal.



Joon. 12. Rõngassaar — atoll — keset ookeani.

Tähendab, Norra läänerrannikud tõusevad, kuid Nor-
mandia, Bretagne ja Läänemere lõunapoolse osa rannikud
vajuivad.

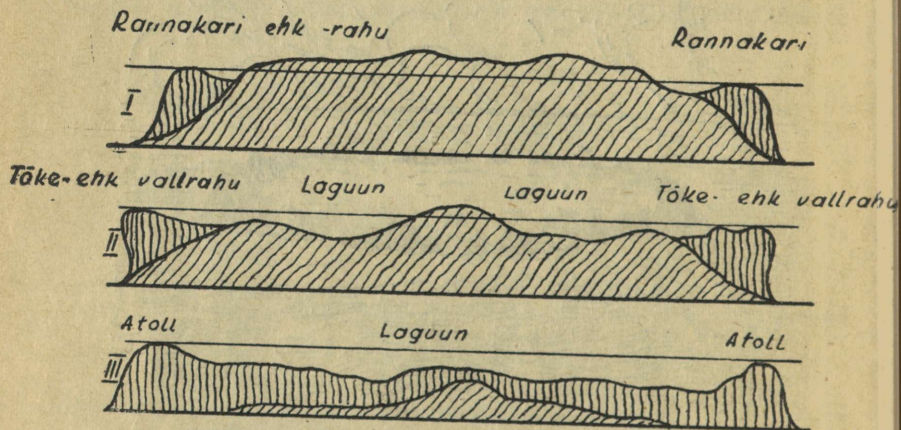
On teada juhtumid, kus maismaa vajumised ja tõusud
järgnevad üksteisele perioodiliselt.

Sääraseks ühes ja samas kohas tõusude ja vajumiste
vaheldumise näiteks on Napoli lahe rannik. Seal, Pozzuoli

¹⁾ Dolmenid — eelajaloolise inimese ehitised suurtest lame-
datest kividest.

küla läheduses on säilinud muistse Kreeka templi varemed. Selle kolm marmorsammast on mitme meetri kõrguselt auklikuks puuritud mere limulise — oherkarbi poolt. Tähendab, need sambad olid juba viimase kahe tuhande aasta eest kord mere all ja nüüd on nad jälle maismaal.

Maismaa tõusude ja vajumiste kiirus on erinev, alates mõnest sentimeetrist kuni kümnete sentimeetriteni sajandi kestel.



Joon. 13. Nii kasvavad pikkamisi rifid, mis muutuvad atollideks.

Kuid mõnikord tõuseb ja vajub maismaa väga kiiresti. Nii tõusis Palmarola saar Türrreeni meres 70 aasta jooksul 64 meetri võrra.

Ookeani põhja vajumisega seletatakse ka korallisaarte — atollide tekkimist.

Atollid on rõngataolised saared, mis esinevad Vaikses ja India ookeanis. Nende saarte korallikaljud tõusevad ookeani põhjast sadade meetrite sügavusest. Kuid polüübid, kes ehitavad korallikaljused, ei või elada sügavamal

kui 40 meetrit. Seepärast võib korallisaarte tekkimise võimalust seletada ainult ookeani põhja vajumisega: polüübid alustasid oma ehitisi väikeses sügavuses; põhi aga vajus järk-järgult madalamale, ja loomakestel tuli oma ehitistele ikka peale ja peale ehitada, et jääda vee pinna lähedusse.

Kitsad pikad nõod ookeani põhjas mandrite läheduses, millest juba eespool on kõneldud, kujutavad arvatavasti lõhesid, mida mööda vajub alla osa ookeani põhjast.

Laialdasi pinnakerkimisi on märgitud ka maismaal.

Näiteks Colorado jõgi, mis jookseb kõrge kiltmaa tasandikku mööda Arizona osariigis (Põhja-Ameerikas), uuristas rõhtseis kihtides püstloodsete külgedega kuristikuni kuni kahe kilomeetri sügavuseni. Seda võib seletada ainult niiviisi, et tasandik tõusis ikka kõrgemale ja kõrgemale, jõgi aga, püüdes ookeani taseme poole, õõnestas läbi kivilademed ja uuristas sügava kuristiku — kanjoni.

Maakoore liikumised tõestavad, et Maakera pind on vertikaalsete pragudega lõhestatud mitmesuguse suurusega rahnudeks. Ühed neist rahnudest tõusevad, teised aga vajuvad.

Ja see pole mitte oletus, vaid otsene täheldus.

Nagu Maa lademetes uurimine tõestas, toimusid sellised vajumised ja tõusud perioodiliselt: üks ja seesama piirkond oli aeg-ajalt maismaa ja siis kattis teda jälle meri.

Kuid mõned Maakera pinnaosad pole kogu planeedi olemasolu ajal vajunud allapoole ookeani veepinda ja ka mõned ookeani põhjaosad pole kunagi olnud maismaaks. Nii pole Skandinaavia, Aafrika massiiv koos Araabiaga ja Madagaskariga, Brasiilia ning Kanada kunagi olnud merepõhjaks.

Kuidas siis seletada maakoore vajumisi ja tõuse?

Selleks tuleb pöörduda meie planeedi kaugesse minevikku ja kujutleda olukorda Maakera sisemuses.

Maakera oli kunagi samasugune tulivedel keha kui Päike. Maa ei erine ju milleski teistest taevakehadest, ta pidi koos nendega läbi tegema ühesuguse arenemiskäigu hõõguv-tulisest tähest kuni jahtunud tumeda planeedini. Maakera seosmine soojus on nähtavasti soojuse ülejääk, mis veel säilinud neist kaugetest aegadest, vulkaanide laava aga — hangumata mass, millest kunagi koosnes kogu Maakera.

Maakera jahtumisel pidi ta pinnal tekkima kõva koor kõige kergemaist aineist. Nii hangub kergem räbu hõõgvtulise metalli pinnal, mis voolab välja martäänahjust.

Selle esialgse, kergetest kivimitest koosneva koore kurdumisel tekkisid paksendused — mandirahnud, mis ujusid raske magma ²⁾ pinnal.

Kui temperatuur Maa pinnal langes alla 100° , tihenesid atmosfääri veeaurud ja Maa peale hakkas voolama tulise vee vihm. Vesi täitis kõik nõod maakoos kes kõrge-
mal seisvate mandrite vahel.

Suure veemassi survele vajus ookeani põhi alla piki mandirahnusid, mis jäid oma kohale püsima.

Sellega on seletatav, et ookeanide põhi koosneb palju tihedamaist massidest kui mandrid.

Mandrite massiivid, mis lasuvad raske magma kihil, ujuvad selle pinnal nagu jäämäed Jäämeres.

Kui muutuks mandri kaal, siis selle vähenemisega tõuseks manner üles, suurenemisega aga vajuks veel sügavemale magma massi sisse.

²⁾ Magma — Maakera kõva koore all asuv hõõgvtuline mass, mis on küllastatud gaasidest ja aurudest. Maapinnale välja voolanud magmat nimetatakse laavaks.

Säärast nähtust me panemegi tähele Euroopa ja Ameerika põhjapoolsete ääremaade ulatuslike tõusude näol.

Nende tõusude põhjuseks peavad õpetlased põhjapoolsete maade vabanemist võimsast ja raskest jääkattest -- viimase jääaja pärandist.

Kunagi maakoore seda osa katnud jäämasside suure raskuse üle võib otsustada Gröönimaa jääkatte järgi. Ta paksus ulatub kahe kilomeetrini. Ta katab kogu maa ühes orgude ja mägedega, millede tipud vaid mõnes kohas keruvad üksikute kaljudena saare jäise pinna kohale.

Kui Gröönimaa kliima muutuks soojemaks, siis jää raskusest vabanenud Gröönimaa massiiv hakkaks aeglaselt tõusma magma kihi pinnale, mille sügavuses asub ta alus, ja me näeksime, et merepind rannikul hakkab vajuma.

Muidugi mandrite tohutud mõõted ja sitke magma, millesse on vajunud nende alused, teevad sellise üleskerkimise väga aeglaseks. Et seda liikumist märgata, on vaja aastakümneid ja sajandeid.

Nii seletab geoloogia maapinna nihkumisi püstjoones, s. o. ülalt alla või alt üles.

On olemas aga veel muid maakoore liikumisi, mis kägardavad ta kummalistesse kurdudesse. Neid kurde võib tähele panna mägede kuristikes.

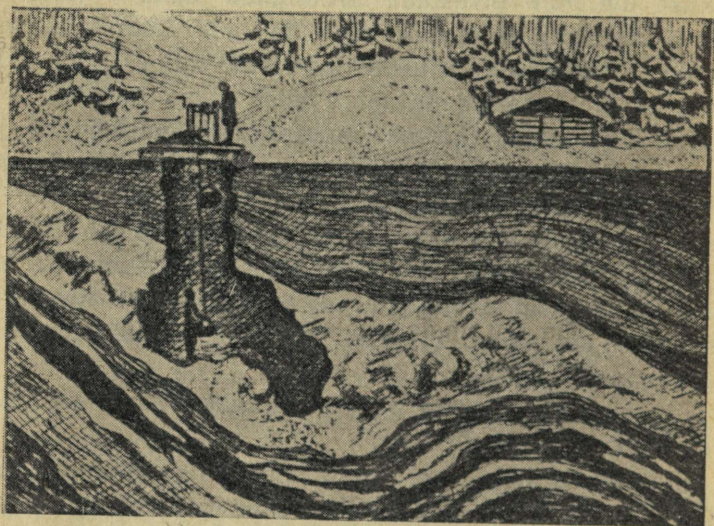
Mispärast maakoor võis kägarduda kurdudesse, näitab lihtne ja teravmeelne katse, mille tegi üks õpetlane. Ta puhus kummipalli õhku täis ja laskis ta vedelasse kipsi. Pall kattus kipsi kihikesega. Kui lasti natuke õhku välja, tõmbus pall kokku, vähenes mahult, ja kipsikiht tõmbus kortsukesteks.

Sellisteks kortsukesteks Maakera pinnal on meie mäeseljandikud, mis ilmusid jaheneva Maakera tuumal, selle mahu vähenemise tõttu.

Maakera õhuke kõva koor kannab ilmseid tormise elu jälgi. Seepärast pole imestada, et muistsed indiaanlased

uskusid katastroofidesse, mis perioodiliselt nagu purustasid maailma, s. o. Maakera.

Ainult pikema aja jooksul tehtud tähelepanelikud vaatlused võimaldasid möödunud sajandi õpetlastel mõista maakoore ehitust ja muudatuste põhjusi, mis selles ilmnesid.



Joon. 14. Mäetekke protsesside tagajärjel muljutud maakoore kihid.

Jõe kaldal, veelgi paremini mägede kuristikes, näeme selgesti, kuidas lasuvad maakihid. Savide, liivakivide, kiltkivide ja lubjakivi lademed katavad suuri alasid maismaal. Kohati paljanduvad nende alt kristalsed kiltkivid ühtlasest kõvast rüüst, mis katab kogu Maakera. Need igivanad kivimid on muljutud ja murtud igas suunas ning moodustavad mandrite aluse.

Savi, kõva liivakivi, kihiliste kiltkivide ja mitmevärviliste lubjakivide (paaside) lademed settisid kunagi

merede ja järvede põhjas peaaegu horisontaalseis kihtides. Nii nad lasuvad enamikus ka nüüd lausmaadel, näiteks NSV Liidu Euroopa osas.

Kuid seal, kus Maa koor nihkus paigalt, muutus lademetes horisontaalne asend: nad jäid kaldu seisma ja mõnes kohas muljuti mitmekujulisteks, tihti väga keerulisteks kurdudeks.

Kallakuid kihte me näeme iga jõe või oru kõrgel kaldal. Nad kujutavad endast lamedate kurdude jäänuseid, mille tipud on veest maha uhutud ja ära kantud.

Kurdudes, mis paljanduvad mäe kuristiku seintes, näeme võimsate loodusjõudude avalduse tähelepanuväärset pilti. Paksud kivilademed on kokku muljutud, nagu lehed paberipakis. Ühed neist on küüru painutatud, teised pööratud kumera küljega allapoole. Ühtedel lähevad kurdude tiivad laiali mitmele poole, teistel on nad omavahel paralleelsed, mõnedel lehvikutaoliselt. Ühed kurrud seisavad püsti, teised on allapoole painutatud, kolmandad on päris küljeli heitnud.

Kõik need maakoore kummalised kägardused tekkisid selletõttu, et lademed pidid endid jahtuva Maakera tuuma kitsamaks tõmbunud alal ära mahutama.

Kägarduva maakoore rahnud murdusid ja nihkusid koha pealt üksteise suhtes ja vertikaalselt. Nii tekkisid murrangud, kus ühed rahnud jäid liikumatuks, teised aga vajusid alla, libisedes piki pragusid.

MAAKERA PÕUES.

„Maakera jahtumise uurimine sunnib ümber lükkama kujutluse kogu Maakera vedelast olekust. Maad tuleb kujutleda kui tahket keha, mille sisemuses võivad olla õõnsused, mis on täidetud hõõguv-tulise massiga.“

P. LAZAREV (vene akadeemik).

Inimene ei ole tunginud sügavale maakoosesse ja Maakera seesmisest olekust võime teha ainult oletusi, jälgides mitmesuguseid nähtusi maakoore kõige ülemistes kihtides.

Meile on teada, et laskudes sügavamale Maa koore sisse, tõuseb temperatuur iga 30—33 meetri järel ühe kraadi võrra.

Kui oletada, et see tõus kestab ka sügavamal, siis 50—60-kilomeetrilises sügavuses peab temperatuur tõusma kuni 1500—2000°. Säärase kõrge temperatuuri juures sulavad kõik kivid.

Selletõttu oletasidki möödunud sajandi õpetlased-geoloogid, et Maa õhukese, kõva koore all asub tulivedela magma ühtlane ookean, mis on küllastatud hõõguv-tulistest gaasidest ja aurudest.

Selline oletus andis hea seletuse maakoore võimalikele tõusudele ja vajumistele.

Füüsikud aga ei nõustunud geoloogidega. Põhjused olid järgmised.

50—60 kilomeetri paksune koor on võrreldes Maakera mõõtudega väga õhuke. Maa mudelil, läbimõõduga 1,5 meetrit, ei ületaks koore paksus 7 millimeetrit. Selline õhuke, kuid kõva ja järeleandmatu koor ei võiks vastu pidada Maakera vedela magma tõusu rõhumisele, mille kutsub esile Kuu külgetõmme: koor murduks tükkideks.

Füüsikud osutasid ka teisele nähtusele, mis lükkas ümber oletuse, et Maakera sisemus koosneb hõõguv-tulist vedelast massist.

Kui mõnes maapinna punktis toimub maavärisemine, siis kanduvad võnkumislained sellelt väga suurele kaugusele.

Tundlikud aparaadid — seismograafid, mis Moskvas üles seatud, püüavad kinni võnkumised, mis levivad maavärisemisest Jaapanis või Vaikse ookeani kaugetel saartel.

Ja need võnkumised lähevad mitte ainult maakoore pinnakihti mööda, vaid läbivad otse Maakera.

Need võnkumised ei kandu üle läbi vedeliku. Tähen-dab seal, kus geoloogide oletamist mööda peab olema poolvedel magma, asuvad kõvad kivimid.

Siin õpetlased nagu sattusid ummikusse: kui Maakera on kõva, pole võimalikud maakoore nihkumised, kui ta aga on täidetud vedelikuga, siis maavärisemise lained ei võiks teda risti läbistada.

Need nähtused nagu olid vastuolus üksteisega, kuid see vastuolu on näiline ja seda võib ära seletada, kui uurida tahkete kehade „voolavust“.

Katsed näitasid, et tina, asfalt ja muud tahked kehad ilmutavad väga suure surve all voolavust, mitte kaotades samal ajal tahke keha omadusi.

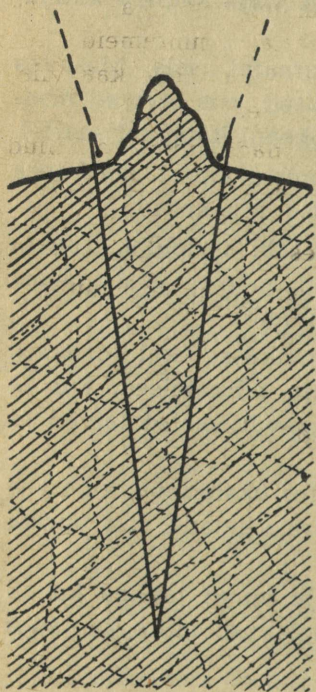
Tähendab, ka kivimid, kuumendatud kõrge temperatuurini, võivad kõrgemal lasuvate maakoore kihtide surve all, jäädes kõvaks, ilmutada plastilisust ja voolavust.

Kaasaegsete kujutluste järgi ei ületa Maa kõva koore paksus 50—60 kilomeetrit ja selle koore all asub „voolavate“ kivimite tsoon.

Mandri masside surve all ilmutavad need kivimid plastilisuse omadusi ning selletõttu vajuvad raskemad mandrid alla ja kergemad tõusevad üles.

Maakoore kivimite keskmine tihedus ei ole suur: ta on 2—2,5 korda suurem vee tihedusest.

Kogu Maakera massi keskmine tihedus aga on kaks korda suurem. Seda võib kindlaks teha, kui võrrelda Maakera ja mäe tõmbetungi väikese tinakuuli suhtes.



Joon. 15. Mägi kallutab loodi, tõmmates tinakuuli enda poole.

Et kindlaks määrata Maa tõmbetungi suurust tinakuulile, on küllalt sellest, kui ta ära kaaluda: see jõud on kuuli kaal.

Mäe tõmbetungi võib määrata kindlaks, riputades kuuli peenikese niidi otsas mäe lähedusse: mägi tõmbab kuuli enda poole ja pisut kallutab loodi enda suunas.

Kõrvalekaldumise suuruse järgi võib kindlaks määrata mäe tõmbetungi kuuli suhtes ja teada saada, mitu korda on Maakera tõmbetung mäe omast suurem.

Arvutades välja, mitu korda on mäe maht väiksem kui Maakera maht, võib kindlaks määrata, missuguse jõuga tõmbaks Maa tinakuuli ligi, kui ta koosneks samasugustest kivimitest kui mägi.

Osutub, et Maakera tõmbetung oleks kaks korda väiksem kui see tegelikult on.

Tähendab, Maakera koosneb tõeliselt ainetest, mis on keskmiselt kaks korda tihedamad kui Maakera välise koore kivimid.

Lähtudes sellest, oletavad õpetlased, et Maakera kesk-tuum on rauast.

Säärase hüpoteesi kinnituseks on ka meteoriidid, millised tihti lendavad meie atmosfääri ja langevad Maa peale.

Meteoriitide suurus on mitmesugune. Nii põhja lumeväljade pinnal ja mägede lumitippudel panid õpetlased tähele kosmilise tolmu kübemeid. Langeb maha ka väikese kivikese suurusi meteoriite, esineb aga juhtumeid, kus langevad maha väga suured meteoriidid, millede kaal ulatub tonnidesse ja tuhandesse tonnidesse.

Meteoriidid on nähtavasti taevakehade tuumade killud ja oma koostiselt on suuremalt osalt puhas raud nikli lisandiga. Esimese raua sai inimene meteoriitidest: sellepärast nimetati neid vanas Egiptuses „taeva maagiks“.

Päikese ja tähtede koostise uurimine näitab samuti, et ka need sisaldavad suure hulga rauda.

Tähendab, planeet Maa koostises, mis millegagi ei erine teistest kosmilistest kehadeist, peaks samuti olema palju rauda. Sellest järeldavadki õpetlased, et Maakera kesktuumaks on raud.

Kolmas peatükk.

MAAKOORE ELU.

Kuidas muutub Maa pale.

„Sellised muudatused toimusid maailmas mitte üks kord, vaid neid juhtus mitmel aegadel, lugematu hulk kordi, ja nad toimuvad ka nüüd ning vaevalt nad kunagi lakavad.“

M. LOMONOSSOV.

XIV sajandi araabia maateadlase Kazvini' raamatus „Looduse imed“ on toodud säärane jutt:

„Kõndisin kord ühe muistse rahvarikka linna tänavaid mööda ja küsisin ühelt elanikult: „Kas see linn on ammu asutatud?“

„Me ei tea, mis ajast ta püsib,“ vastas ta, „ja meie esivanemad ka ei teadnud sellest midagi. Ta on olnud igavesti.“

Viissada aastat hiljem ma jalutasin jälle samas kohas ja ei märganud vähimatki jälge linnast. Ma küsisin ühelt talupojalt, kes niitis heina endise pealinna kohal, kas linn on ammu purustatud?

„Imelik küsimus,“ vastas ta. „See maa on alati olnud selline, nagu sa teda näed.“

„Aga kas varem ei asunud siin rikas linn?“ küsisin mina.

„Mitte kunagi,“ vastas ta. „Vähemalt pole meie seda kunagi näinud ja ka meie isad pole meile midagi sellest kõnelnud.“

Tulles tagasi veel viiesaja aasta pärast, leidsin ma sel kohal mere ja selle kaldal hulk kalureid, kelledelt küsisin, kas see maa juba ammu on vee all?

„Mida tähendab sinu küsimus?“ vastasid nad. „See koht on ju alati olnud säärane meri, nagu ta nüüd on.“

Viimati, samasuguse ajavahemiku möödumisel, tulin ma jälle sinna ja leidsin eest õitseva linna.

Ta oli veel elavam ja rikkam kui see, mida ma nägin esimene kord. Kui ma pärsin järele selle tekkimise aja üle, siis vastasid mulle elanikud:

„Ta tekkimise algus kaob kaugesse minevikku; meie ei tea, kas ta on ammu olemas, ja meie isad ka ei teadnud sellest midagi.“

Meile näib, et Maa pind on muutmatu: mäed seisavad liikumatult oma kohtadel, jõed jooksevad ikka samu sänge mööda, meri laksub kuulekalt samade kallaste vahel.

Kuid ka see on meie meelte pete. See tuleb sellest, et inimese elu on võrreldes maakoore eluga väga lühike.

Tegelikult aga muudab Maa pale end alaliselt, kuigi üsna aeglaselt, meie silmadele märkamatult.

Rohelisega kaetud lauskmaad muutuvad kuivadeks liivasteks kõrbedeks.

Lamedad kõrgendikud lähevad ikka madalamaks ja nende üksikud osad võtavad päikese, tuule ja vee mõjul fantastilised vormid.

Vihmavalingud mägedes kannavad orgudesse suure hulga kive ja kiviprügi. Järk-järgult ümmarduvad ja muutuvad siledaks mägede ja kaljude teravad piirjooned. Orud

laienevad ja mägised maad muutuvad aegamööda lauskmaadeks.

Mägede jääliustikud (gletšerid) libisevad aeglaselt pilvedetagustelt tippudelt, uuristavad välja orgude põhja ja küljed, andes neile künataolise vormi.

Merede kaljused kaldad taganevad aeglaselt murdlaine löökide ees ning purustatud ja rahnudeks lõhutud saared kaovad vee alla, tekitades uusi madalikke.

Tulivedela magma voolud katavad suured alad maa-pinnal. Lauskmaal ja merede põhjas tekivad ootamatult uued vulkaanid. Maa siledal pinnal tõusevad aeglaselt kurdmäestikud, millede veerudelt jooksevad alla uued jõed.

Mõned merekaldad tõusevad, sadamad jäävad madalaks, rannaäärsed linnad nagu kaugenevad merest. Teised kaldad vajuvad alla ja meri tungib maismaa peale, ujutades üle põllud, metsad ja linnad.

Kohutavad maavärinad paiskavad orgudesse kaljud ja terved mäed, tõkestavad mägiojade voolu, sünnitades uusi järvi. Maa pind kattub väga suurte sügavate pragudega ja ulatuslikud rannaäärsed maa-alad langevad äkki allapoole merede ja järvede pinda, moodustades uusi merekitsusi.

Nii muutub Maa pale tuhandete aastasadade vältel, mis etendavad meie planeedi elus samasugust osa kui päev ja tund inimese elus.

Kõrbede tekkimine.

„Tedžen ja Murgab kujutasid endast Amu-Darja haru, mis voolas Keliffi juurest Kaspia merre, levitades elu neis kohtades, kus nüüd laiuvad Kara-Kum'i ühetaolised viljatud liivaväljad.“

V. OBRUTSEV (vene akadeemik).

Üheks tähelepanuväärsemaks nähtuseks Maa pinnal on liivakõrved.

Kohutav kuumus päeval ja kange külm öösel; hirmsad tormid, mis tõstavad õhku rusikasuurusi kivitükke; kummalised taimed liikuvail liivadel; kangastused horisondil; kaamelite karavanid, mis liiguvad aeglaselt mööda sõmerat, sügavat liiva — selline on kõrve pilt.

Üks suurimaid kõrbi maailmas on Kara-Kum ehk Must liivik. Ta haarab suurema osa Turkmeeni NSV territooriumist. Ta ulatub Iraaniga piirduvast Kopet-Dagi mäeseljandikust kuni Ust-Urt'i kiltmaani põhjas ja Kaspia merest läänes kuni Kesk-Aasia võimsa tuiksoone — Amu-Darja jõeni idas.

Muinas-kreeka kirjanike raamatuist on teada, et mitme tuhande aasta eest asusid praeguse Kara-Kum'i kohal kultuursed asulad ja linnad, õitsesid aiad; viljarikkad põllud, mida läbistasid kanalid, hõlmasid suuri maa-alasid. Tänapäeval pole siin ei linna ega aedu, ega põlde — on ainult lagedad soolakõrved, mis on kohati kaetud paksu soolakihi, ning kuiv jõesäng — Usboi — milles ta endisest veest on järele jäänud soolased kõrvejärved.

Need muudatused toimusid sademete hulga vähenemise tõttu.

Kaljude ja pinnase välispind puruneb kiiresti kuivades ja kuumades piirkondades.

Ex bibl. univ. Tart.

Päeva jooksul kuumendab päike mullastikku nii, et selle pinnal võib muna ära küpsetada, öösel aga langeb temperatuur pilvita atmosfääri läbipaistvuse tõttu järsku ja termomeeter näitab alla nulli.

Kuumuse ja külma tihedast vaheldumisest lõhenevad



Joon. 16. Saviväljak — takör, mis sarnaneb parkettpõrandaga.

kaljude ja pinnase ülemised kihid ning pudenevad väikes-
teks kildudeks.

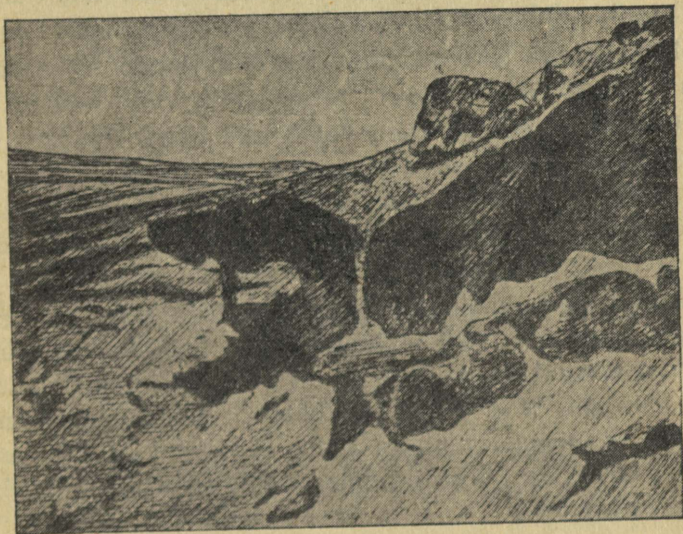
Tugevad tuuled tõstavad lendu kivimite tolmuks mure-
nenud osakesi. Nad kannavad õhus edasi peenikest liiva ja
tolmu, mis pikkamisi koguneb paksu kattena.

Nii tekib liivakõrb.

Kui tuul paisub väga tugevaks, jätab ta sinna koha peale
ainult kruusa või kiviprügi, viies liiva kaasa ning puistates
täis augud, jäärakud, nõod ja orud, tasandades künkaid ja
mägesid, mis asuvad kõrve läheduses.

Kara-Kum'i kõrve liivad tekkisid väikeste liiv-saviste kõrgustike purunemisest ning jõgede savistest setetest.

Tuul kandis liiva lauskmaad mööda laiali, tolmu aga kandus edasi kõrbede piiride taha ja ladestus kõrval asuvate mägede orgudes lössi kihtidena — nii nimetatakse kivimit, mis tekkis selle tolmu ladestumisest.



Joon. 17. Püstloodis oru jäärakusse uuristab tuul sügavad koopad.

Sademetest poolest väga vaestes kõrbedes kannab pinnase ja kaljude purunemise saadused edasi peaaegu eranditult tuul. Tuul veeretab kruusa ühest kohast teise, hõõrub ta peeneks ja ajab jugadena sõmerliiva pinnast mööda edasi. Tuule töö on kõrbedes nii suur, et meie tuntud geoloog J. V. Mušketov nimetab teda „vägilaseks“.

Takistuste ees koguneb liikuv liiv väikesteks küngeteks, mis sarnanevad lumehangedega. Künkad kasvavad

pikkamisi suuremaks ja tõusevad kümnete meetrite kõrgusele.

Nii tekivad barhaanid (sirpluited), millel on poolkuu või sirbi kuju. Ühinedes ridadena, muutuvad nad pikkadeks vallideks.

Tuul veeretab liivaterad üles barhaani kallakut külge mööda, vastaspoolelt, järsult küljelt langevad nad alla ja barhaanid nihkuvad edasi valitseva tuule suunas.

Merekaldail tekivad liikuvad liivaseljandikud — luited, mis matavad ülesharitud maa, teed ja asulate hooned.

Kevadised voolud kannavad kõrbede madalaisse kohtadesse suure hulga savitolmu. Aastast aastasse ladestub see madalais kohtades, moodustades tasased saviväljakud — takõrid. Tuliste päikese kiirte all kattuvad kuivavad takõrid kiiresti lõhedega, mis joonisel meenutab parketti.

Kõrve kuiv pinnas imeb kiiresti endasse tugevate temperatuuri muutuste tõttu tekkinud kaste, mis lahustab pinnases sisalduvaid sooli. Vaevalt on päike tõusnud, kui lahused tõusevad jälle peenikesi lõhesid mööda maapinnale, rikastades ülemisi pinnase kihte soolade ladestustega.

Seepärast on kõrbede pinnas tihti kaetud kipsi, lubja ja soola koorikuga.

Kevadised vihmavalingud lahustavad mullastiku soola ja kannavad selle madalikele. Seal, kus koguneb palju soola, tekivad soolakud. Soolakristallidega kaetud, säravad nad päikese kiirte all ja hommikuti kaugelt vaadates näivad nad järvedena.

Tuulest edasikantud liivaterakesed puurivad, ihuvad ja siluvad kaljusid. Ühed kaljude kihid kuluvad kiiremini, teised aeglasemalt ja kaljud omandavad imelikud vormid: kord hiiglasuure kiviseene kuju, kord kõrgel jalal seisva laua kuju, kord monumentaalse torni või mõne suure, kummaliste piirjoontega ausamba kuju.

Orgude järsakuis uuristab tuul suuri koopaid. Üksikute koobaste vahel jäävad püsima vaheseinad. Need muutuvad ikka õhemaks ja õhemaks, kuni lõpuks tekivad neis augud, milledest tuul vabalt läbi puhub.

Kõrved on kuivad alad, kust vesi ära ei voola; kõik sademed aurustuvad kõrves või imeb need pinnas endasse. Kuid vett kõrbedes leidub. Meie Kara-Kum'i lõikab läbi säärane veerikas jõgi nagu Amu-Darja. Kõzõl-Kumi kõrvest voolab läbi Sõr-Darja, Liibüa kõrvest Aafrikas — Niiluse jõgi. Peale nende nähtavate vete on kõrbedes palju nähtamatut põhjavett, mis on varjus kuiva liivakatte all.

Orgude ja koobaste tekkimine.

„On teada, kui palju muudatusi
meil Venemaal teevad kevadel
suured jõed...

Kogu maailmas ei kaeva kaevurid
üles niipalju maad, ei lükka ümber
kive saja aasta kestel, kui ühe
kevadega purustavad neid jääd ja
vete võrratu kiirus . . .“

M. LOMONOSSOV.

Jõed jooksevad orgude põhja mööda. Orgude väline ilme, laius ja sügavus on erinev.

Orgude kuju sõltub kivimite kõvadusest, mida mööda voolab jõgi, jõe voolu kiirusest ja paljudest muudest asjaoludest.

Vihmavesi ja sulava lume voolud auravad osaliselt ära või imuvad pinnasesse, tunduv osa neist vetest aga voolab allapoole, tekitades ojasid ja jõgesid.

Pinnasesse imbunud vesi lahustab mõnesid mineraale ja viib neid endaga kaasa, teised, mis ei lahustu, jäävad

kohale. Praod pinnases ja kaljude pinnal laienevad ja süveneivad. Neid täitev vesi külmub talvel, ning jää, avardades suure jõuga pragude seinu, peenendab väikes-
teks kildudeks ülemised pinnase ja kaljude kihid.

Selle tagajärjel koguneb mägede veerudele suur hulk peenikesi kivi-
kilde. Need moodustavad aeglaselt alla libiseva rusukalde. Vihmavalingud viivad nad mäeveeru-
sid mööda kaljude jalale.

Kõrgendike veerudel tekivad sügavad lohud. Ajajook-
sul need süveneivad ning lõikavad mäed ja künkad üksi-
kuteks rahnudeks ja kaljudeks. Tuulte mõjul võtavad
need kaljud kummalise losside, tornide ja obeliskide kuju.

Veevoolust või jõest edasilükatud kivipuru uuristab
voolu kivisängi ja süvendab selle põhja. Jõe-
voolust kaasa-
tõmmatud väikesed kivid jäävad püsima jõepõhja ja kül-
gedele kitsail horisontaalseil astmeil — terrassidel. Terras-
side astmed nagu kõneleksid meile selle oru minevikust.
Nad vastavad neile ajajärkudele, mil lakkas jõepõhja süve-
nemine ning jõgi hakkas orgu laiendama.

Kõige suurejoonelisemad orud maailmas — kanjonid —
on Colorado jõel ja selle harudel Ameerika Ühendriikides.

Kujutlege endile väga sügavat lõhet maakoos-
tes, mis ulatub peaaegu kahe kilomeetri sügavusse. Püstloodis kuris-
tiku küljel, ülal, paljanduvad kahvatud kollakas-hallid
kihid; allpool lasuvad liivakivikihid, kõrgemal ihukarva-
roosad, sügavamal aga — punased. Suurem osa kuristiku
küljest koosneb purpur-punastest lubjakividest, millede kihid
on mitmesaja meetri paksused. Kõik need mitmevärvilised
kihid lasuvad kristalsete kivimite kõval alusel. Kuristiku
püstloodis külgi lõhestavad koopad, karniisid, kiviastmed.

Kanjoni kivipõhja mööda tormab vahutav vool, selle
kohal aga tõusevad tornidele ja sammastele sarnanevad
kaljud kuni tuhande meetri kõrgusele. Kiiresti liikuv



Joon. 18. Colorado jõe kanjonid.

veel koos liiva ja kividega on nii suur uuristav jõud, et ta lõikas läbi mitte ainult kõik lubja ja liivakivide lades-
tused, vaid saagis läbi isegi kõvad kristalsed kivimid
200—300 meetri sügavuseni.

Süvendades oma sängi, uhuvad jõed oma ülemise vooluga veelahkmete kõrgustikke. Vihmavalingud ja ojad uhavad järk-järgult ülemisi maakihte, ja veelahkmete kõrgus väheneb.

Nii, jätkates oma tööd väsimatult sajandist sajandisse, madaldavad jõed kõrgusi, mis olid veelahkmeteks, siluvad neid, ning mägismaad muutuvad peaaegu lauskmäadeks.

Veelahkmete alanemisega nõrgeneb jõgede voolu kiirus. Kogu Maakera pind võinuks saada lauskmaaks, kuid selle takistuseks on muud jõud, mis tõstavad uusi kõrgusi ja elustavad jõgede ning ojade tegevust.

Voolavate vete töö ei ilmne mitte ainult purustamistes, vaid ka mõnede Maakera pinna vormide loomises.

Selle materjaliks on muda, liiv ja kruus, mida jõgede ja ojade vesi edasi kannab.

Seni kui jõevool on küllaldaselt kiire, viib ta endaga kaasa jämeda kruusa. Kuid niipea kui ta kiirus väheneb, setib kruus ja edasi kandub ainult liiv ja muda.

Jõesuudmes, kus voolu kiirus on väga aeglane, tekitab liiv madalikud — deltid. Liiv sorteerub terade suuruse järgi: kõige jämedam setib otse suudme kohal, peenem — kaugemal kaldast, muda aga kandub kaugele merre.

Ajajooksul moodustavad need settelademed uue maismaa ulatuslikud alad. Mandrite kaldajooned muutuvad.

Osa vihmaveest ja sulavast lumest tungib pragusid mööda kaugele pinnase sügavusse. Vesi täidab pragude võrgud, mis lõhestavad mitmes suunas maakoore kivised kihid, või imbib sõmerliiva kihtidesse.

Lõhesid mööda edasi liikudes tekitavad põhjaveed maa-aluseid ojasid ja jõgesid. Maa-aluste voolude silmale nähtamatu töö põhjustab mõnikord suuri kokkuvarisemisi — maa vajub, ta pind muutub.

Säärased maalihked esinevad näiteks Krimmi lõunarannikul.

Krimmi mäed koosnevad liivakivi kallakuist kihtidest, mis lasuvad savi-kiltkividel. Põhjaveed liiguvad edasi vee-kindlate savi-kiltkivide pinda mööda ja uuristavad kõrge-mallasuvaid kihte. Uuristatud kihid libisevad mööda märgi savi-kiltkive ja kukuvad alla, kattes teid ja ülesharitud maa-alasid.

Lubjakivide lademed, millede vahel jooksevad põhja-veed, uhutakse kiiresti ära ja neis tekivad mitmesugused tühemed — langatuslehtrid ja koopad.

Krimmi mägede lamedad tipud on kaetud sügavate langatuslehtritega ja nende põhjas on kaevud. Vihma ja sulava lume vesi ei peatu nende mägede pinnal ja voolab lehtrite kaudu alla, sügavasse maa sisse.

Lahustades lubjakivi, valgub vesi ikka sügavamale mägede sisse, jätkates uute kaevude ja koobaste loomist. Jõudes kuni veekindla kihini, hakkab ta edasi liikuma horisontaalses suunas, maa-aluste ojade ja jõgedena.

Kui ülemised horisonidid ära kuivavad, hakkab õn-suste täitmise vastupidine toiming.

Immitsedes mööda koobaste ja tühemete võlvides olevaid lõhesid, eraldab vesi temas lahustunud lubjakivi. Tühemete ja koobaste lael hakkavad kasvama väikesed lubjakivi torukesed; lubja lahused, nõrgudes väljastpoolt mööda nende seinu alla, paksendavad ikka rohkem ja rohkem neid torukesi, neist kujunevad stalaktiidid, kivipuri-kad, milledelt tilkuvast lubjaveest aga kasvavad pikka-misi koopa põrandale postid — stalagmiidid. Uhinedes muutuvad stalaktiit ja stalagmiit kivisambaks, mis on nagu toeks koopa võlvile. Nõrgsammaste mets muutub ikka tihedamaks ja vee toimel tekkinud õõnsused mäe massiivis täituvad jällegi.

Üks kuulsamaid NSV Liidu koopaid — Kunguri — Urali mägedes — tekkis lubjakivide uhtumisest. Koobas koosneb üksikute grottide pikast reast; neid ühendavad kitsad maa-alused käigud — koridorid.

Kunguri koopas võib tähele panna suurepäraseid nähtusi: hiiglasuured kuuenurgelised jääkristallid, mis ei sula, säravad lambi valgusel tuhandete tuledena; maa-alused järved pimedate veeputukatega; kivipurikad — stalaktiidid, ning nende all tõusevad nõrgsambad — stalagmiidid.

Krimmi mägedes asub üks kõige ilusamaist koobastest — Bimbaš-Koba, ehk „Tuhandepealine koobas“. Nii kirjeldab seda meie reisiija E. Markov:

„Läbinud kitsa ja pika koridori, mis näib nagu mõni ussiurg ja on täidetud kleepuva poriga, leidsime endid lõpuks kõrge pimedada koopa sissekäigu juures. Ootamatu vaatepilt üllatas mind. Me olime sünges ja salapärasel india pagoodis. Kõrged võlvid kadusid pimedusse, mustri-
tega ilustatud sambad, mis lillevanikutega olid ringi punutud, tõusid seinu ja nurki mööda ülespoole. Neid oli maalitud mingisuguste imelike hieroglüüfidega kellegi tundmatu käsi... Võlvidelt rippusid alla kümnete kaupa kivist ja kristallist ohvripannid; keset templit seisis suurepäraseid massiivsed küünlajalad, valmistatud kummalises tehnikas, ning särasid samuti kui mäekristall; seisis hiiglasuured ohvriivid raskest läbipaistvast kivist; inetud puuslikud, kord lühikesed, kord inetult paksud, kord kõrged nagu sambad... Üks tempel järgneb teisele, tõustes ikka kõrgemale ja kõrgemale märke. Valgustatud meie küünalde vilkuvaist tuledest, näivad need hauatemplid veelgi salapärasemad. Nende lõpmatud stalaktiidid igasugustes vormides, kord vaevu paistavad oma äärjoontega taevakarva sinises udus, kord säravad heledate sädemetena läbitungimatu pimeduse mustal taustal...“

Kõige suurem koobas maailmas asub Põhja-Ameerika Uhendriikides Louisiana linna läheduses.

Selle peasaali kõrgus ulatub 500 meetrini, koopad ja maa-alused käigud on mitmete kilomeetrite pikkused. Nii koopad kui ka koridorid on kaunistatud piim-valge, kollase ja läbipaistva lubjakivi kattega.



Joon. 19. Mammuti-koobas.

Selle koopa, mida nimetatakse Mammuti-koopaks, on tekitanud maa-alune jõgi, mis voolab välja suurearvuliste maa-aluste allikate poolt toidetud suurest järvest — „Surnumerest“.

Palju aega, tööd ja riski kulus selle suurepärase koopa uurimiseks.

Üks ta kuristikest jäi kauaks mõistatuseks. Keegi ei julgenud laskuda kuristiku põhja, olgugi et vahvale lubati suur rahaline tasu.

Ukskord tuli Louisianasse tundmatu noormees ja nõustus ilma tasuta laskuma sellesse kuristikku. Ta sidus kõie keha ümber, kattis pea vilditükiga ja hakkas alla laskuma.

Mitu korda rippus ta elu juuksekarva otsas: kord paiskus ülalt lahtimurdunud rahn alla, kord süttis kõis hõõrdumisest.

Noormehel läks siiski korda õnnelikult laskuda kuristiku põhja. Seal ta joonistas üles maa-alused käigud, kirjeldas käike, mida ta oli näinud, ja tõusis üles. Julge uurija nimi jäi teadmatuks.

Maa-aluseid koopaid — tohutuid, suuri ja väikesi -- leidub kümneid tuhandeid. Need kõik on tekkinud vee toimel.

Koobaste, jõeorgude ja muudatuste järgi, mis on tekkinud voolava vee toimel maakoore ehituses, võib kindlaks määrata aja, mida loodus vajab selleks, et sääraselt muuta Maakera.

Noorena on org veel kitsas, ta küljed järsud, jõe sujuvat voolamist häirivad kosed ja järved, jõgi voolab kiiresti ja kannab endaga kaasa suuri kive ja raskeid rahne.

Keskeas kaovad kosed ja järved, orud laienevad, nende põhi muutub lamedaks, veelahkmed muutuvad madalais, ümarais kõrgendikeks, ning jõed kannavad liiva ja kruusa.

Lõpuks, vanaduses muutuvad orud laiadeks lauskmadeks, jõed voolavad aeglaselt ja nende voolujõud on nii nõrk, et jõgi võib edasi kanda vaid peenikest kõntsa.

Saarte hukkumine.

„Nordstrandi saar on XVII sajandi algusest kaheteistkordselt vähenenud ja kahekümnest neljast saarest, mis teda ümbritsesid kolmsada aastat tagasi, on järele jäänud vaid üksteist.“

J. MUSKETOV

(vene geoloog XIX sajandist)

Päeval ja ööl pekslevad merelained vastu kõrgeid kaldaid. Võimsad lainevallid lendavad ägedalt kaldale, ja meil kujuneb mulje, et meri on võimetu vallutama ligipääsmatuid kaljusid.

Mispärast on aga merekallastel säärane imelik, kummaliselt sopiline ilme?

Möllavate lainete keskel seisavad kõrgel üksikud kaljud ja kivisambad, haigutavad vastu oma laiade läbikäikudega mereväravad, mustendavad sügavusse kaduvad merekoopad.

Lainelöögid ei möödu jäljetult. Pikkamisi rebivad nad kaldalt pragudega eraldatud kive ja suuri rahnusid, mis langevad põhja ja purunevad üksteise vastas vee liikumisega. Lainete purustav tegevus tugevneb sellepärast, et vees peale kõvade kiviosakeste, mis töötavad kui teravad lõiketerad, leidub veel mitmesuguseid keemilisi soolasid, mis lagundavalt mõjuvad kivile.

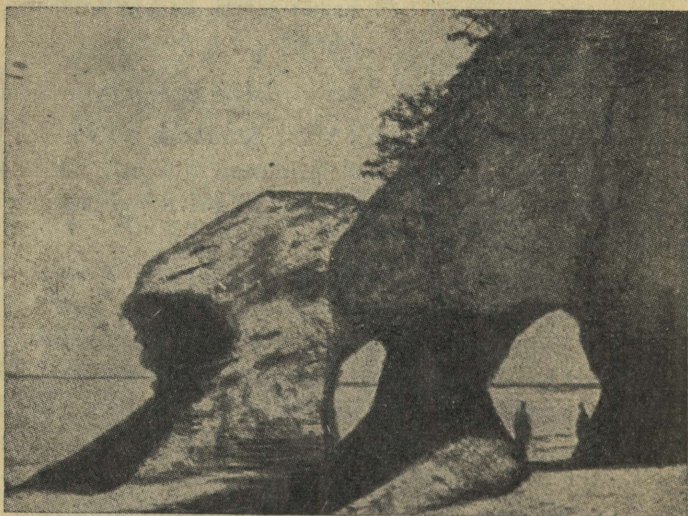
Põrgates vastu kõrget kallast, puurivad merelained sellesse aegamööda sügavad augud ja uhuvad teda; rippuvad kalda osad varisevad, sünnitades lameda mereterrassi. Terrass muutub ikka laiemaks ja laiemaks, seni kui lainete löögijõud nõrgeneb.

Maismaa lagunemine võib toimuda väga kiiresti, nagu näiteks Inglismaal ja Šotimaal.

Nii näiteks suure kuulsa sadamalinna Roevensperi

asemel, mis kuussada aastat tagasi edukalt võistles Hülliga, veerevad nüüd merelained.

Norfolkis ja Suffolkis laguneb kallas nii kiiresti, et suurte hoonete ehitamisel kalda lähedusse tuleb arvestada aega, mille jooksul meri läheneb neile ehitistele.



Joon. 20. Mere murdlainetus lööb tugevamaist kaljudest „väravad“ läbi.

Eriti kiiresti hävivad väikesed saared. Helgoland'i saar Põhjameres oli mõne saja aasta eest kuulus oma viljakuse poolest; ta pindala oli 900 ruutkilomeetrit suur. Nüüd kujutab ta endast kolmenurkset kaljut, mis on 2 kilomeetrit pikk ja umbes 250 meetrit lai.

Mere murdlainetuse purustavat tegevust võib jälgida ka Krimmi lõunakaldal. Seal suurendas murdlaine mõju Krimmi kallaste vajumine. Purustavad lained kaevasid laiad kalda-terrassid, mis vajusid allapoole merepinda.

Kogu läänepoolne poolsaare kallas on palistatud säärase veealuse terrassiga. Ta alumine äär lasub 100—200 meetrit allpool merepinda. Sevastoopoli lahe vastas lähevad terrassid sügavikku kahe hiiglasuure astme näol.

Kaugel kallastest leiti ka vana Kreeka koloonia Dioskuria varemed, mis on maetud mere põhja.

Kõrgeis kaljukallastes uuristab mere murdlainetus suured, sügavad koopad.

Need ei sarnane pimedaille õõnsustele mägede põues.

Kuulsaim merekoobastest on Sinine koobas Capri saarel Itaalias.

Inimesele, kes on astunud Sinisesse koopasse, paistab, nagu oleks ta sattunud helesinise valguse riiki. Paat libiseb siledat helesinist merd mööda, mis peegeldab valgust ja valgustab koobast bengaaltuledele sarnase kumaga.

Koopa kaljuseinad, liiv põhjas ja kõrged võlvid — kõik on taevakarva sinist värvi.

Tähelepanuvääriv on tuntud Fingali koobas ühel saarel Sotimaa läheduses. Ta seinad koosnevad basaltsammastest ³⁾. Varem arvati isegi, et see koobas on ehitatud mõnede hiiglaste poolt — nii väga meenutavad sambad inimese kätetööd.

Uhtudes ja purustades kõrgeid kaldaid ja sadestades kiviprügi valle madalail kallastel, muudab meri Maa palet.

Eriti tugev on mere purustava tegevuse mõju seal, kus kallas vajub ja lainemurd võib tungida ikka edasi ja edasi, lõigates maha tal teel asuvad kaljud.

Seal, kus kallas aegamisi kerkib, tekivad mereterrassid, mis tõusevad kõrgele merepinnalt. Neil terrassidel asuvad kruusa- ja liivalademed mere molluskide, korallide ja merikarpidega.

³⁾ Basalt — raske, tihe vulkaaniline kivim.

Jääliustike tegevuse jäljed.

„Meie sõitsime maha versta kuus, ja siis märkasin, et risti üle tee läheb mingisugune vall. Kui lähenesime umbes poole versta kaugusele, lahenes asi: meie ees oli suure jääliustiku alumine osa.“

V. OŠANIN

(vene maateadlane XIX sajandist).

Nii jutustab tuntud õpetlane V. N. Ošanin möödunud sajandi 80-ndais aastates tema poolt Pamiiris avastatud hiiglasuurest jääliustikust, mis on nimetatud Fedtšenko liustikuks, kuulsa vene Kesk-Aasia uurija nime järgi.

Liustikud saavad oma alguse lumest, mis koguneb kõrgmägede orgudesse, kus lumi ei sula ära kogu aasta kestel.

Oma raskuse mõjul ta tiheneb ja muutub sõmerlumeks (firn'iks), mis koosneb jääteradest. Liustikus allapoole liikudes need terad ühinevad ühtlaseks läbipaistvaks jääks.

Liustik ei püsi paigal: kõrgemal asuvate osade suure rõhu mõjul liugleb jää aeglaselt alla. Ta liikumise kiirus ulatub mitmele meetrile päevas, sõltuvalt liustiku sängi kallaku nurgast. Liustiku keskkohast liigub kiiremini kui kaldaäärsed osad.

Liustiku plastiline edasiliikumine sarnaneb kõiges vee voolamisele jões, toimub vaid palju aeglasemalt.

Nagu jõgi, mis viib oma vooluga kaasa temasse langevaid kive, nõnda kannab ka liustik oma pinnal tohutul arvul kaldaäärsete kaljude küljest lahtimurtud tükke. Liustiku poolt jää sulamiskohale kantud rahnud ja kivid kuhjuvad seal „lõppmoreenina“.

Laskudes orgusid mööda, muudavad liustikud nende kuju, andes orgudele künataolise ilme.

Künataoliste orgude, moreenide ja muude tunnuste järgi, mis jäävad mägedesse, saame teada muistsetest liustikest, mis ammu on kadunud.

Kohates teel väljaulatuvaid kaljusid, siluvad ja lihviavad neid liustikud. Kivid, külmudes jäässe, liiguvad edasi



Joon. 21. Liustik laskub aeglaselt mäekuru tippudelt alla, kandes endaga kaasa hulga kaljutükke, milledest moodustuvad moreenid.

liustikega, ja teravad kivide servad jätavad kivimite lihvitud pinnale sügavad kriimustused — vaod.

Liustikest kõige suurepärasemaks võib õigupoolest pidada suurt Fedtšenko liustikku.

Fedtšenko liustikku uuriti mitu aastat. Uurimist polnud kerge teostada, ja õpetlased sattusid seejuures tihti surmaohtu. Uurijad kukkusid vette läbi jääkoorukese, mis kattis omapäraseid liustikujärvi ja -soid. Neil tuli ronida

üle õhukeste jääsillakeste sügavamate lõhede — kuristike kohal, ületada kõrgeid moreenide valle.

Fedtsenko liustiku toitepiirkonnaks on särav lumine tasandik, millel tumendavad kaljud, grandioosete lumehangede alt kerkivad mäetipud. Siia sajab iga aasta väga palju lund, mis jääb püsima paksu sõmerlume kihina.

Piki järske kaldaid tekivad järk-järgult liikuva liustiku pinnal kivistude kogumid, mis langevad alla kaljuveerudelt. Mida kaugemale alla liustikku mööda, seda suuremaks nad muutuvad, ja lõpuks kujunevad neist kivivalgid, kümme meetrit kõrged ja üle selle.

Mida kaugemale liustiku liikumist mööda, seda rohkem kohtame moreene, seda väiksemaks muutub vabajää piirkond. Fedtsenko liustiku alumises osas on pind juba kahe kolmandiku võrra kaetud kaljurahnude, kivide, kiviprügi ja liiva.

Fedtsenko liustiku keel on peaaegu üleni kaetud moreenide kuhikutega. Sulamiskohal on liustikul kõrge jääseina kuju, mis suleb kogu kuristiku. Tema alt tungib välja tormine sogase sulavee vool, viies kaasa kiviprügi ja liiva.

Liustiku liikumise keskmine kiirus on umbes 175 meetrit aastas, kuid on ka ajajärke, millal ta liikumine aeglustub või isegi jääb üldse seisma. Siis sulab liustiku keel kiiresti ja teda ei asenda uus jää ning liustik nagu tõmbuks tagasi.

Fedtsenko liustik toidab paljusid Kesk-Aasia jõgesid. Selle Pamiiri suurima liustiku uurimine on väga suure tähtsusega puuvillapõldudele Amu-Darja ja teiste jõgede orus, mis toituvad selle liustiku veest.

Seepärast on liustiku järele sisse seatud alatine valve. Läbi aasta elavad talvitajad observatooriumis — väikeses rihvelrauast majakeses, ja täpselt päevast päeva valvavad liustiku eluavalduste järele.

Tulemäed.

„Aga üks nädal aega suudmest ülespoole minnes mööda Kamtšatka jõge tuleb mägi — see on nagu viljaaun, suur ja kõrge... Sellest tuleb päeval suitsu, öösel aga sädemeid ja tulekuma.“

XVII sajandi matkaja ATLASOV'i märkmetest.

Sellest ajast peale, kui Maakera kattus kõva koorega, võis tulivedel magma tungida maapinnale ainult erilistel tingimustel.

Seal, kus koor oli väga õhuke, sulatas magma ta läbi ja tungis Maakera pinnale, valgudes laiali suurel pindalal ning tardudes seal purske kivimite paksu kattena.

Kui maakoore paksus suurenes, võis laava välja tungida ainult läbi sügavate lõhede. Need pursked toimusid samuti suurtes kogustes, mis katsid laiu alasid.

Meie ajal esineb laava purskeid läbi lõhede ühes ainsas kohas Maakeral — Islandi saarel.

Harilikult tungib laava maapinnale läbi kitsa lõõri maakoores.

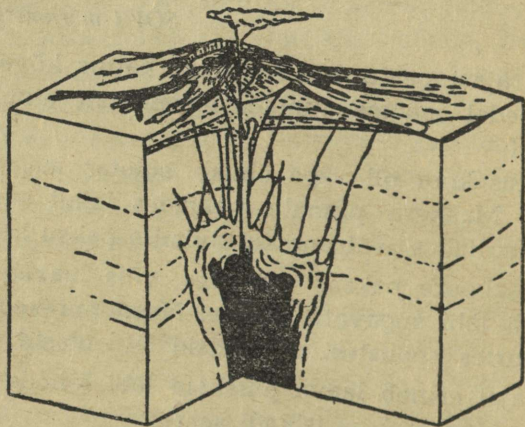
Katsetega on tõestatud, et gaasid suure surve all tungivad paksust metall-kattest läbi, tekitades kitsaid lõõre — kanaleid. Nii saame seletada ka vulkaaniliste kanalite tekkimist maakoores.

Suurim Euroopa ja Aasia tegutsevaist vulkaanidest asub Kamtšatkal. See on Kljutševskaja Sopka.

Ta tipp tõuseb üle 4800 meetri kõrgusele ookeani pinnast ja on kaetud igilumega. Ta veerusid mööda liuglevad alla jääliustikud, mis on kaetud vulkaaniliste kivide ja tuhaga. Peale Kljutševskaja Sopka on Kamtšatkal veel mitu tegev-vulkaani ja hulk mittetegevaid.

Säärast tüüpi vulkaanide pursked algavad tuliste gaaside ja aurude plahvatusena, mis viskavad välja suure hulga tuhka, kive ja vulkaanilisi pomme. Sellejärel aga tõuseb lõõri mööda hõõguvvedel laava, voolates tulise jõena mäenõlva mööda alla.

Tüüpiline oli Avatšinskaja Sopka purske pilt 1926. aasta kevadel.



Joon. 22. Tegeva vulkaani läbilõige. Maakoore lõhesid mööda tungivad välja hõõguvtulised gaasid ja aurud.

Ta tipu kohale tõusis tohutu musta suitsu sammak; muutest kiiresti kuju, sarnanes ta kord kapsalehe sakkidega, kord seenega, kuni ta omandas piinia — itaalia männi krooni klassilise kuju. Must suits vajus aeglaselt ookeani poole. Suitsuriba ulatus 50 kilomeetri kaugusele.

Sama päeva õhtul plahvatasid vulkaanilised gaasid. Kraatri kohal lendasid õhku hõõguvpunaseks muutunud liiv, kivid ja magma tükid, mis paistsid kaugelt kui leegi sammak. Tulesammak pudenes laiali vulkaaniliste pommide

ja kivide särava ilutulestikuna, mis langes vihmana mäe veerudele. Õhus valitses kõmin ja mürin, just kui kivitänavat mööda oleksid veerenud sajad vankrid. Kui leek kustus, nähti vulkaani kohal väljapaisatud gaaside sammast kuni 17 kilomeetri kõrgusel. Seda lõikasid läbi heledad pikse nooled. Gaaside plahvatused kordusid mitu korda. Plahvatuste vaheaegadel väljus kraatrist võimas juga hallikat suitsu, ja kui plahvatused lakkasid, asendas suitsu valge aur. Maapind vulkaani ümbruses kattus paksu tuhakihiga.

Mõne tunni pärast hakkas vulkaan jälle kõmisema ja taevas kraatri kohal süttis, tulivedel magma tõusis ja täitis kraatri. Järgmise päeva kestel viskas vulkaan välja tuliseid pomme ja tuhka, öö-päeva pärast aga hakkas temast järsku voolama laava. Algul voolas ta lausa jõena, siis hargnes üksikuiks ojadeks, mis tormasid alla.

Vulkaanide pursked tekitavad palju häda Maakeral.

Nii meie ajaarvamise algul, umbes 1900 aastat tagasi hävisid Vesuuvi purske ajal linnad Pompeji ja Herculaneum.

Tol ajal ei teadnud keegi, et Vesuuv on vulkaan. Ta näis olevat harilik mägi, mille tipp oli kaetud metsaga ning nõlvadel asusid suured viinamarja-istandikud ja aiad. Ta jalal kerkis mitu küla ja väikesi linnu, nende hulgas ka linnad Pompeji ja Herculaneum.

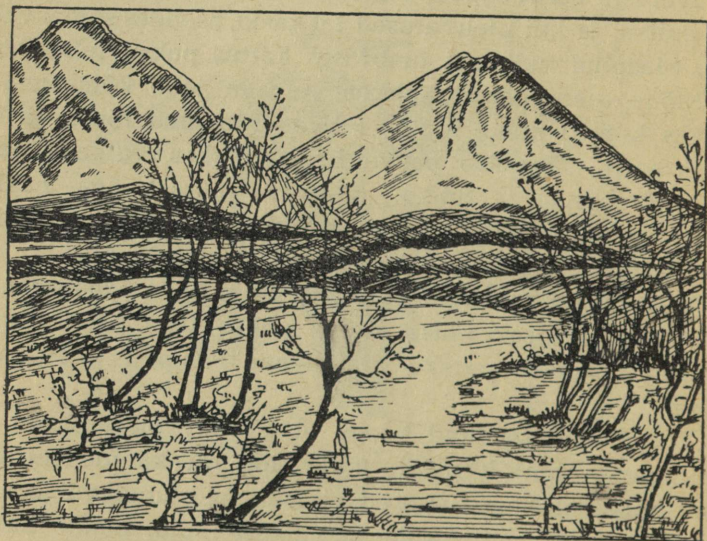
Vesuuvi purske alguse ajal kihas elu Pompeji linnas: väljakud, tänavad, teater olid rahvast täis, ja õnnetus tabas kõiki ootamatult.

Maaväring, mis eelnes purskele, purustas kõrged hooned; muda ja laava valangud uputasid nii kiiresti linna, et ainult vähestel õnnestus pääseda.

Pori kiht hangus ja endise linna asukoht ununes. Itaalia talunikud, harides viinapuuaeda, sattusid kord mingisuguste sammaste tippudele. Algasid väljakaevamised — ning avastati hukkunud Pompeji linn.

Viimast korda toimus Vesuuvi purse 1944. aastal inglise-ameerika vägede maabumise ajal Itaalias. See aga ei olnud nii katastroofiline kui Pompeji ja Herculaneumi aegadel.

1902. aastal tabas San-Pierre linna Martinique'i saarel (Antillides) kohutav katastroof.



Joon. 23. Kamtšatka vulkaanid.

See linn asetses kustunud vulkaani Mont Pelé' jalal. Mäe nõlvadel asusid suured viinapuuaiad ja suhkrupilli-roo-istandikud. Ta jalal töötasid suhkruvabrikud.

Keegi ei kartnud ammu-kustunud vulkaani, mis ei olnud tegutsenud üle saja aasta. Akki, saatusliku aasta aprillikuus, kuulsid linnaelanikud maa-alust kõminat, kraatrist lendasid välja kivid ja tuhk.

Inimesed jätkasid oma tegevust; keegi ei tahtnud uskuda katastroofi võimalust.

Mõne päeva pärast ujutati ootamatult mudaga üle kaks suhkruvabrikut. Kõik töölised hukkusid.

Linnas oli algamas ärevus. Paljud elanikud tahtsid põgeneda, kuid siis rahunesid jälle: lähenes pidupäev, ja inimesed hakkasid ettevalmistusi tegema.

Pühade eelpäeval, mis oli suurepärase maikuu päev, tõusis vulkaani kraatrist must pilvetaoline mass. See veeres kiiresti mööda mäe veeru alla. Linn ja kõik ta elanikud maeti tulise tuha alla. Kõik aurikud sadamas hävisid, peale ühe.

Vulkaanid ei sarnane alati koonusetaoliste mägedega nagu Kljutševskaja Sopka, Vesuuv, Mont Pelé, Jaapani vulkaan Fudžijama või Nõukogude Liidu, Iraani ja Türgi piiril asuv Ararat.

Kuulsad vulkaanid Mauna-Loa ja Mauna-Kea Havai saartel, mis on niisama kõrged kui Mont Blanc, omavad selliseid kallakuid nõlvu, et nende tippu tõusmine pole pea-aegu märgatav. Oma kujult sarnanevad need vulkaanid enam kumerale kilbile kui mägedele.

Nende tippudel haigutavad laiad kraatrid, millede äärtest vaid harva voolab üle tuline laava ja aeglaselt jookseb mäe nõlva mööda alla.

Vulkaani Mauna-Loa kraater on tulejärv, mille pind umbes 12 ruutkilomeetrit. Ta kannab nime Kilauea. Ta pinnalt tõusevad alaliselt tulivedela laava pursked, mida ergavad gaasid tõstavad kuni 30 meetri kõrgusele.

Vesuuvi tüüpi vulkaanid tekkisid mitte ainult kauges geoloogilises minevikus, vaid ka ajal, mida inimesed ise mäletavad. Selline on, näiteks, Horullo vulkaan Mehhikos. Ta tekkis ootamatult 200 aasta eest kesk viljarikast lausmaad, mida katsid maisi ja banaanide istandikud. Mõne

päeva jooksul kerkis kividest, tuhast ja maa lõhesid kaudu väljapurskavast tulisest laavast 500 meetri kõrgune kõrgendik. Vastsündinud vulkaan suitses kümneid aastaid ja ta pinnal tekkisid uued väikesed vulkaanide koonused.

Veealuste vulkaanide pursked põhjustavad uute saarte tekkimist. Need saared pole pikaajalised ja varsti uhutakse nad ära murdlainetest, nagu see juhtus näiteks sellise uue saarega, mis tõusis merepinnale Sitsiilia rannikul umbes 100 aastat tagasi.

Kuid tuntakse saari, mis on vulkaanide tekitatud juba mäletamata aegadel.

Selline on Santorini saar Kreeka rannikul. See on väga suure vulkaani kraater, osalt purustatud murdlainete poolt. Saare vulkaanilise tekkimise tõestuseks on teda moodustavad vulkaanilised kivimid. Saarel teostatud väljakaevamistel leiti kiviahitiste jäänuseid, savinõusid ja ürginimeste kiviiriistu, kes olid hukkunud selle vulkaani viimase purske ajal. Õpetlased arvavad, et see katastroof juhtus umbes 4000 aasta eest.

Missugused põhjused sunnivad vulkaane laavat välja purskama?

On võimalik, et laavat sunnib vulkaani lõõri mööda tõusma magmasse vajuvate maakoore masside rõhumine. Teistel juhtudel võib-olla tõmbavad teda kaasa pinnale tungivad gaasid ja aurud, nagu see sünnib naftaga, mis lööb üles purskkaevuna sügavaist puuraukudest.

Mõnikord piirdub vulkaaniline purse ainult ühe kohutava ergavate gaaside ja aurude plahvatusega, ja laavä ei ilmu Maakera pinnale.

Nii oli Krakatau saarel Jaava ja Sumatra vahel 1883. aastal.

Tolle aasta maikuus ei paistnud vulkaani tegevus veel ähvardavana, kuid augustis hävitas kraatrist suurel hulgal

väljalendav tuhk juba kogu saare taimestiku. Sellejärel puhkes kohutav katastroof: äkiline plahvatus purustas suurema osa saarest, saare kohale tõusis hiiglasuur auru- ja tuhasammas 30 kilomeetri kõrgusele, ookean kattus suures ulatuses paksu tuhakihi ja peenima vulkaanilise tolmu tõusvad pilved lendasid ümber kogu meie planeedi.

Selle katastroofi ajal paisati Maakera pinnale tohutu hulk tuhka ja kive — umbes 18 kantkilomeetrit!

Krakatau kohale tekkinud lohku voolas merevesi ja Sunda väinas tõusis laine 36 meetri kõrgusele. Ta kihutas piki Jaava saare läänekallast edasi, ujutades üle madalal asuvad kaldad koos külade ja linnadega. See laine tegi ringi ümber Maakera.

Tegev-vulkaanide asendis Maa pinnal on märgata seaduspärasust.

Kõige suuremad vulkaanid asetsevad ahelikkudena piki Ameerika läänerrannikut, Hoorni neemest kuni Alaskani mööda Aleuudi saarestikku, alates Kamtšatkast, läbi Kuriili saarte, Jaapani, Formoosa kuni Filipiinide ja Moluki saarteni. Vaikse Ookeani lõuna-osas tegutsevad vulkaanid Uus-Hebriidi saartel, Uuel Meremaal, Uuel Kaledoonial, Tonga ja Samoa saartel. Vulkaanide ahelik ulatub ümber India Ookeani — Väike-Sunda saartelt läbi Jaava ja Sumatra.

Tähendab, vulkaaniline tegevus on ühenduses maakoore murdumistega, kus laava tungib mööda sügavaid lõhesid maapinnale.

Kuigi vulkaanilised pursked on katastroofilise ilmega, on nende osa maakoore muundamises käesoleval ajal võrdlemisi väike. Võrratult suuremat mõju maakoore ehitusele ja koostisele avaldab õhu, vee ja temperatuuri vahelduv tegevus.

Maagisoonte tekkimine.

„Nagu puu oksad hargnesid sooned graniidikoldest laiali, lõikasid läbi graniidi massiivi osad mitmes suunas, tungisid teiste kivimite katteesse...“

A. FERSMAN (nõukogude akadeemik).

Juba esimene vene geoloog Lomonossov seletas maagisoonte tekkimist sellega, et maakoore lõhedes settisid tulistest lahustest metalliühendid.

„Tulivedel magma, lenduvad komponendid, kivimid ja maagi leiukohad on tihedasti seotud üksteisega,“ kinnitab kuulus šveitsi geoloog Niggli.

Tulivedel magma on korduvalt tunginud Maa hangunud kivikooresse. Ta oligi nende raskete metallide kandjaks, millede poolest on nii vaene väline maakoore, olgugi et Maakera peaaegu tervenisti koosneb metalliühendeist ja puhtast rauast.

Tulivedela magma hangunud massiivist eralduvad raskesti sulavad raua ja magneesiumi maagid ning setivad massiivi põhja, mis kattub pealt kõva koorega. Ulejäänud kergem, liikuv magma, olles küllastatud tulistest gaasidest ja aurudest, tungib läbi koorelõhede ümbritsevate kivimite pragudesse. Seal ta hangub pegmatiidiliste soontena, mis on rikkad värvilistest kividest ja haruldaste metallide maakidest.

Lõpuks maakoores leiduvate lõhede kaudu magmalisest massiivist lahkunud gaasid ja aurud jahtuvad tulisteks lahusteks. Liikudes lõhesid mööda, sadestavad need lahused mitmesuguseid maake koos kvartsi ja muude maagisoonte mineraalidega.

Kõige lähemal magmalisele massiivile lasuvad inglisis-

tina, volframi ja bismuti maagid. Edasi sadestuvad vase, tina, tsingi maagid. Veel edasi — elavhõbeda ja antimoni omad.

Niiviisi kirjeldab maagisoonte tekkimise pilti akadeemik A. E. Fersman:

„Kujutleme kuskil sügavuses tulivedela graniidi kollet; algul toimub tas olluse tahkumine tulivedelast seisundist, siis jäävad ainult ülekuumenenud aurud ja lenduvad gaasid, edasi aga, massiivi jahtudes, tekivad tulised vesilahused — allikad. Graniidikolle on ümbritsetud selle kuumusega nagu kiirtepärjaga; lõhedesse ja murdeisse ümberringi tungivad gaasid ja aurud, edasi voolavad tulised maa-alused jõed, mis, aeglaselt jahtudes ja jättes külgedele lahustunud osad, muutuvad lihtsaiks külmadeks allikaiks.“

Säärase kiirtepärja kujukaks näiteks on peamised kulla ja vilgukivi leiukohad „Aasia muistse lagipea“ ümber, millel asub Baikali järv, ja veel suurem rõngas vasemaagi lademeid Uuralis, tina- ja tsingilademeid Kesk-Aasias, antimoni ning elavhõbeda omi Ida-Tagabaikalis.

Maavärinad.

„Paljud hirmunud inimesed jooksid majadest välja, ja see päästis neid hukkumisest. Sellejärel oli kuulda tugevat maa-alust mürinat ja kolinat mägede poolt, siis järgnes rida tugevaid ja tihedaid tõukeid, millest hooned hakkasid kokku varisema...“

Prof. A. PAVLOV'i maavärina kirjeldusest Vernõi linnas.

Vaatlused kaasaegsete tundlike aparaatide abil näitavad, et maakoos peaaegu lakkamatult väriseb. Suuremat osa neist võnkumistest me ei märkagi, ja nad ei tekita

märgatavaid muudatusi Maakera pinnal. Kuid paljud neist on katastroofilised nähtused ning jätavad endast kauaks mälestuse. Nendega on seotud suured muudatused Maakera pinnal, kuna nende põhjuseks on maakoore osade nihked.

Maavärina ajal Lissabonis 1755. aastal vajus sadamakai merre, tohutu laine paiskus kaldale ja pühkis merre kümned tuhanded inimesed.

1861. aastal kaasnes tugeva maavärinaga Tsagani stepi vajumine Baikali järve kaldal. Tasandik pindalaga umbes 250 ruutkilomeetri ulatuses vajus alla järvepinda, tekkis selle uus laht — Provall.

Piki maakoore murdlõhede tsooni, kus nähtavasti kestab ta masside nihkumine, esineb ka väga tihti maavärinaid. Nii Jaapanis, millest ida poole ulatub sügav ookeanipõhja vagumus, on tugevad maavärinad väga sagedased.

Tihti juhtuvad tugevad maavärinad noorte kurdmägede — Alpide, Karpaatide, Kaukaasia, Pamiiri ja Himaalaja piirkondades. See tähendab, et nende mäeseljandike tõus ei ole veel lõppenud ning paindumise ja lõhenemise jätkamise tõttu nihkuvad maakoore kihid tõugetena, mis kutsub esile maavärina.

Tugevate maavärinate tagajärgi võib tähele panna meil Tadžiki NSV-s.

1911. aastal esines Pamiiris tugev maavärin, mille ohvriks langes viis asulat. Peale selle ta põhjustas veel terve mäe varisemise Murgabi jõe orgu. Selle kokkuvõtte tagajärjel tekkis viie kilomeetri laiuses orus umbes 800 meetri kõrgune looduslik tõke, mis katkestas Murgabi jõe voolu. Vesi hakkas kogunema tõkke ees ja moodustas kõrgmäe järve, mille pikkus oli juba kahe aasta pärast 26 kilomeetrit, hiljem aga 60 kilomeetrit. Selle järve sügavus ületab 500 meetrit. Tema poolt uputatud Sarezi küla järgi nimetati järv Sarezi järveks.

Pamiiris ja Usbekistanis on palju järvi tekkinud maavärinate tagajärjel. Selliste järvede hulka kuuluvad suur Jašil-Kul'i järv, kõige ilusam järvedest — Iskander-Kul ja mitu toredat kõrgmäe järve Šinki jõel Hissari mäeseljandikul.

Kõik nad on tekkinud orgude tõkestamise tagajärjel maavärinate ajal.

Äärmiselt tugevajõuline maavärin oli 1887. aastal Kasahstani idaosas. Ta purustas täielikult Vernõi (Alma-Ata) linna. Kõige enam said kannatada massiivsed kivi-ehitised. Kellatornist jäi maa peale ainult katus. Kivihoonete seinad mõranesid tugevasti, paljud hooned aga varisesid kokku kuni aluseni.

Mägedes varisesid terved kaljud ja ummistasid kuristikud ning orud, tõkestades jõgesid. Tohutud mäelihked pühkisid mägede veerudelt ära tihedad metsad, tekkisid kohutavad laastavad mudavoolused, mis tormasid alla orgudesse. Need olid pikkuselt kümme kilomeetrit, laiuselt 500 meetrit ning kõrguselt 60 meetrit.

See maakoore vapustus ei suutnud kaua rahuneda. Ta kestis, vähehaaval nõrgenedes, tervelt kolm aastat, ja selle aja kestel loetleti umbes 600 tõuget.

Kõige tugevamad maavärinad on maakoore paigaltnihkumise tulemuseks. Nad hõlmavad suuri maa-alasid. Vulkaaniliste pursetega ühenduses olevad maavärinad on küll suurejõulised, kuid nende esinemise piirkond on võrdlemisi väike.

Lõpuks tekivad maavärinad maa-alustest kokkuvarisemistest maakoore õõnsustes. Need on kõige nõrgemad maavärinad.

Ookeanide ja mandrite ajaloost.

„Seal, kus olid kontinentide keskpunktid, laiuvad nüüd ookeanide sügavused.“

E. SÜSS (austria geoloog).

Ei tuul, jõed ega vulkaanid ole teostanud sääraseid imestusväärseid muudatusi Maakera pinnal kui maakoore tõusud ja vajumised.

Uurides Maa lademeid avastasid õpetlased, et kunagi Põhja-Ameerika ja Euroopa vahel ulatus üle ookeani nagu hiiglasild, lai maismaa riba. Geoloogid nimetasid seda hukkunud mannert „Laurentiuse Maaks“.

Muistsed mäeseljandikud, mis tekkisid Aasia keskpai-gas, laiusid üle kogu Euroopa ja kaugemale piki kaadunud mandri lõunapiiri kuni Põhja-Ameerikani. Praegused Apa-latši mäed Põhja-Ameerika kontinendil on nende muistsete mägede jäänus.

Laurentiuse Maa säilinud killud — need on Šotimaa loode riba ja ta läheduses asuvad Hebriidi saared.

Teine ookeani vete alla vajunud sild Euroopa-Aasia (Euraasia) kontinendi ja Ameerika vahel hõlmas suurema osa Lõuna-Ameerikast ja Aafrikast, Araabia poolsaare ja Hindustani. Need maad on selle muistse mandri killud, mida geoloogid nimetavad „Condwana maaks“.

Laurentiuse ja Condwana maa lääne osadega liitusid uued tõusvad mäeahelikud, nende mandrite idaosad aga vajusid aeglaselt alla ookeani veepinda. Nii tekkisid Põhja- ja Lõuna-Ameerika, Aafrika, Araabia ja Hindustan, vajunud mandrite asemele aga sündisid Atlandi ja India ookean.

Muistne mandrimassiiv asus väga suurel maa-alal — Baikali järvest kuni Jäämereni (Leena ja Jenissei jõgede

vahel). Ta ümber aga kerkisid mäeahelikud, liitudes temaga ja suurendades ta pindala.

Nii kasvas järk-järgult Aasia manner, millega külgnes Condwana maa kild — Hindustan. Aja poolest viimased tekkinud mägede kaared moodustasid saarte ahelikud, mis piiravad Aasia idakaldaid, noore võimsa tõusuga aga kerkivad Himaalaja, Kaukasuse mäed, Karpaadid, Alpid ja Püreneed ja liituvad lõunast laiaks kasvanud Euraasia kontinendiga.

Need tõusud ei ole veel meie ajalgi lõppenud. Selle-tõttu esineb neis piirkondades nii tihti tugevaid maa-värinaid.

Euraasia kontinendi kombel tekkis ka Austraalia koos teda ümbritsevate saartega. Ümber Austraalia mandri kesk-massiivi tõusid harunevad mäeahelike kaared — „Okeaniidid“, millede tipud, kerkides üle ookeani veepinna, paistavad Austraaliat ümbritsevate saartena.

Maismaa tõusmise ja vajumise protsessid ei olnud kaugeltki nii lihtsad, nagu see siin mõne reaga on jutus-tatud.

Ookeanidega piirnevad ulatuslikud lausksaad elasid üle korduvalt kas vajumise, mis kutsus esile mere peale-tungi, või tõusu, mil mere põhi jälle muutus maismaaks.

Kuid peale mandrite vertikaalsete nihete oletavad mõned geoloogid nende horisontaalse nihke võimalust.

Kinnitades seda, tuginevad geoloogid sellele, et mand-rid „ujuvad“ plastilise magma kihis, mis lasub kõva maa-koore all.

Geoloog Wegener oletas, et Maakera kattus jahtudes ühepaksuse koorega. Kuid hiljem, planeedi pöörlemise mõjul, tõmbus Maakera koor pooluste poole, ja põhja-poolkeral tekkis väga suur manner.

Maakera elu keskaegkonnal hakkas see manner pikkamisi koost lagunema, lõhenedes osadeks. (Miks see nii juhtus, seda Wegener ei oska seletada.) Ta osad hakkasid vähehaaval üksteisest eemalduma.

Kaugele läände ujus Ameerika manner, kaotades teel mahajäänud Gröönimaa.

Ameerika ja Euroopa vahelisse ruumi tekkis Atlandi ookean. Tohutust põhja kontinendist eemaldusid Aafrika ja Austraalia.

Aeglaselt läände ujuva Aasia mandri killud, pidurdatud paksust magmast, jäid maha saarte ahelikuna, mis piirab Aasiat idast.

Ujudes läände, kohtasid mandrid vastupanu kõva koore poolt, mis lasus neil teel ees. Liikuva mandri äärtel kortsus maakoos ja sinna kerkisid mäed.

Nii tõusid piki Ameerika läänerrannikut Andid ja Kordiljeerid. (Miks pole Euroopa läänerrannikul mägesid, ka seda ei oska Wegener seletada.)

Nagu näeme, jääb palju ebaselgeks.

Kuid vaadake gloobusele, lükake mõttes Ameerika ja Gröönimaa itta, ja te näete, kui täpselt satuvad kokku nende kallaste kõik käärud Euroopa ja Aafrika rannikuga.

Ja tahtmatult nõustud, et Ameerika lõi kunagi lahku Euroopast ja Aafrikast ning ujus läände.

On veel üks nähtus, mida õnnelikult võib seletada Wegeneri hüpoteesiga.

Ameerika ladestuis leidub samade kuivamaa loomade jäänuseid, mis Euroopaski.

Kuidas võis see juhtuda, kui nad on lahutatud ookeaniga?

Selletõttu oletasidki geoloogid, et Euroopa ja Ameerika vahel olid olemas maismaa „sillad“, mis hiljem vajusid ookeani vetesse.

Wegeneri hüpotees aga seletab väga lihtsalt selle fakti: niikaua kui Ameerika ja Euroopa olid üks kontinent, elasid neil ka ühed ja samad maismaa loomad.

Siis aga, kui Ameerika eraldus Euroopast ja hakkas sellest eemalduma, arenes loomade maailm igaühes neist oma rada.

Wegener püüdis isegi ära mõõta, kui kiiresti Gröönimaa nihkub Euroopast läände. Kuid Gröönimaa liikumine osutus nii tühiseks, et see võis olla puudulike mõõteriistade süü.

Neljas peatükk.

KUI VANA ON MEIE PLANEET?

Missugused kihid on vanemad, missugused nooremad?

„Me otsustame kihi vanuse üle ta koha järgi läbilõikes: mida madalamal lasub kiht läbilõikes, seda vanem ta on. ...Kuid küsitakse, kui universaalne on see meetod?“

N. STRAHHOV (nõukogude geoloog).

Me tutvusime Maa eluga.

Maakoore tardumise ajast alates tegutsesid ta pinnal mitmesugused jõud, ja kõik nad jätsid sinna oma jäljed: nad sadestasid uusi kihte, purustasid vanu, muutsid kihtide seisundit ruumis või muljusid neid.

Selleks, et uurida Maa ajalugu, tuleb kindlaks teha, missugused sündmused toimusid üheaegselt ta pinnal, s. o. tuleb eristada, missugused kihid maakoores ladestusid varem ja missugused hiljem.

Väikesel maa-alal, kui kihtide ladestumise kord jääks rikkumata, poleks seda raske kindlaks määrata: mida sügavamal on setekivimi kiht, tähendab — seda varem ta ladestus.

Kui aga maakihid on muljutud, ei sobi selle määrangu viis: sel juhul võisid vanemad kihid paigalt nihkuda ning asetuda noortest kõrgemale.

Võrreldes isegi paigale jäänud horisontaalsete kihtide asetust üksteisest kaugel asuvais kohtades, satuksime kohe ummikusse: neis osutuksid täiesti erinevad kihid.

Moskva ümbruses, mõnekümne kilomeetri ulatuses leiame järsu jõekalda veerus kõikjal umbes säärase kivi-liikide ladestuse korra: mitte kõrgel veepinnalt asetsevad valged ja kollakashallid lubjakivid, nende kohal — must-jashall või must savi, kõrgemal aga mustjasroheline või kollakaspunane liiv. Kõige ülemine kiviliik — mittekihi-line savi, segatud kividega.

Kesk-Volgal leiaksime halli savi põlevkivi vahekihti-dega, selle kohal mergli (savi ja lubja segu) kihi, kõrgemal aga — musta savi paksu kihina.

Harkovi või Poltaava läheduses lasuvad halli liiva kihtide kohal sinika mergli kihid, kõrgemal aga — roheline savi ja puhas valge kvartsiliiv.

Nagu näeme, ei võimalda ladestuste järjestus kindlaks määrata kihtide suhtelist vanust, kuna erinevais kohtades on erinevad kihid.

Möödunud sajandi alguses mõtlesid mõned geoloogid, et kivimite suhteline vanus määratakse nende omadustega kindlaks: vanimaiks nad pidasid kristalseid kiltkive ja graniite, nooremaiks — kihilisi kivimeid ja kõige nooremaiks — savi, liiva ja kruusa kuhjumisi.

Kuid me teame juba, et magma, tungides läbi setekihtide, hangub nende keskel kristalseteks kivimiteks, millised on nooremad neid ümbritsevaist setekihtidest.

Tähendab, ka kivimite koostise järgi ei saa teada, mis-sugused neist on vanemad, missugused nooremad. Kivi-liikide koostis ei sõltu mitte nende tekkimise ajast, vaid tingimustest, milledes nad moodustusid. Kõigil aegadel võisid tekkida ühed ja samad kiviliigid, kuna setete koostis ei sõltu mitte ajast, millal nad ladestusid, vaid paljudest tingimustest, mis võisid eksisteerida kõigil aegadel.

Meres ladestuvad üheaegselt kõige mitmekesisemad kiviliigid: kalda läheduses — kruus ja jäme liiv; kaugemal — peenem liiv karpide lisandiga; veel kaugemal seguneb peene liiva hulka muda, ja mida kaugemale kaldast, seda enam on muda, liiva aga vähem; lõpuks, merepõhja tsoonides, kuhu ei ulatu muda, ladestuvad ainult peenemate mereloomade karbid.

Kõik need kihid muutuvad hiljem kivimiteks, mis erinevad oma koostiselt, kuid on üheaegsed tekkimiselt.

Missugused on siis kivimite suhtelise vanuse tunnused?

Maakoore kroonika.

„Kõik kihid ladestusid järjekindlalt merepõhjas, ja igaüks neist sisaldab eneses organismide jäänuseid, mis elasid ta tekkimise ajal; igas kihis võib märgata temale omaseid kivistisi, ja nende järgi võib teatavail juhtudel kindlaks määrata kivimite tekkimise üheaegsust erinevais kohtades.“

V. SMITH (inglise geoloog).

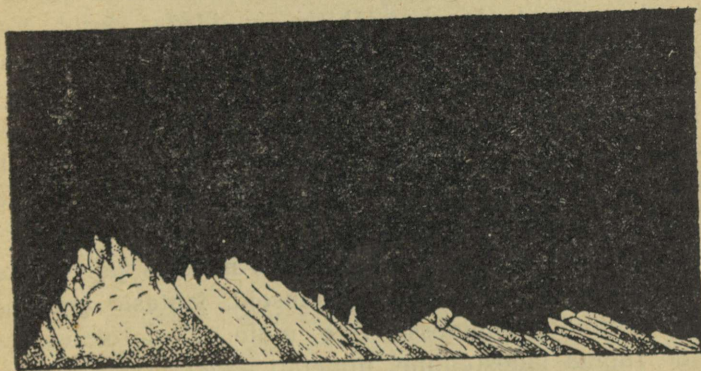
Erinevate kihtide ladestumise üheaegsust võib kindlaks määrata neis leiduvate ürgloomade jäänuste järgi.

Just sellepärast võivad karbid olla tõestuseks erinevate, üksteisest eemalasuvate kihtide ladestumise üheaegsuse kohta: ladestuvaisse kihtidesse sattusid nende molluskide karbid, mis elasid meres nende kihtide tekkimise ajastul; avameres ei takista miski, peale polaarmede külma, ühtede ja samade meriloomade levimist, — selletõttu elavad ühenduses olevais merebasseinides suurtel aladel ühesugused loomad.

Tähendab, ühetaolised karbid, mis leiduvad isegi üksteisest kaugel asuvais kihtides, on õigeks tunnuseks nende ladestumise üheaegsusest.

See meetod kihtide suhtelise vanuse määramiseks on esitatud esmakordselt Inglismaal V. Smithi poolt möödunud sajandi algul.

V. Smith oli iseõppija-insener ja tegeles kanalite ehitamisega Inglismaa paljudes kohtades. Jälgides töid, mär-



Joon. 24. Nii ladestuvad järjest, üksteist kattes, maakoore kihid.
Geoloog V. Smith'i joonis.

kas ta, et igas kihis või nende grupis võib ühes ja samas kohas leida isesuguseid karpe. Allpool ega ülalpool neid kihte sääraseid karpe enam ei ole. Kuid mitmesugustes kohtades võib erinevais kihtides leida ühetaolisi kivistisi.

See viiski Smithi mõttele ära kasutada karpide kivistisi erinevais kohtades leiduvate erisuguste kihtide ladestumise üheaegsuse kindlaksmääramiseks.

Uurides meriloomade jäänuseid Moskva ümbruskonna lubjakivides ja savides, me näeksime, et savides ei leidu

nende loomade liike, mis on lubjakivides. Tähendab, Moskva piirkonna savid ladestusid hiljem kui lubjakivid, siis, kui varem elanud loomad olid juba välja surnud ja meredes elasid uued loomade liigid.

Selle asemel võib Kesk-Volga põlevkivis leida Moskva ümbruskonna mustsavidete täiesti sarnanevaid jäänuseid, kuid Kesk-Volga merglites — rohelistele Moskva ümbruskonna liivadele sarnaseid liike.

Tähendab, Kesk-Volga põlevkivide ladestused on vanuselt ühesugused Moskva-lähiste savidega, kuid Kesk-Volga kõrgemal asetsevad merglid — Moskva-lähiste roheliste liivadega.

Nii lubab kivististe jäänuste võrdlemine otsustada üksteisest eemaldatud kohtades asuvate kihtide suhtelise vanuse üle. Kuid säärasel viisil ei saa muidugi kindlaks määrata kihi vanust aastates.

Uurides Maa kihte mitmesugustes maades ja võrreldes neis kihtides leitud loomade jäänuseid, jaotasid geoloogid kõik maakihid gruppidesse. Aeg, mille vältel toimus kogu kihtide rühma ladestumine, nimetati aegkonnaks.

Kristallilised kiltkivid arvatakse vanimate lademetek gruppide. Neis ei leitud mingisuguseid jälgi orgaanilise elu olemasolust.

Nende peal lasuva suure ladestiku iseloomustuseks on molluskide rohkus ja karpide suurus, ülemisi kihte aga iseloomustavad kalaluud ja kalade jäljed.

Seda aega, millal need kihid on ladestunud, nimetatakse vanaks aegkonnaks.

Keskmisses gruppide arvatakse need kihid, milles leitud suurel arvul sauruste, s. o. suurte sisalikkude kivistunud luid. Need loomad domineerisid keskaegkonnas mitte ainult maismaal, vaid ka õhus ja vees.

Lõpuks, viimase grupi, mis ladestus uues aegkonnas,

moodustavad kihid väljasurnud imetajate loomade luudega, kes oma suuruselt ja jõult ületasid kõiki teisi loomi.

Nii määrati kindlaks ürgloomade jäänuste järgi Maakera kihtide suhteline vanus.

Maakoore vanus.

„Oletame, et leiame uraani poolt rikka kivimi. Meie selgitame sisalduva uraani hulga ja seatina hulga, mis leitud seoses uraaniga. Sellejärel määrame uraani seatinaks muundumise kiiruse. On selge, et sisalduva uraani kaalu ja temast saadud seatina kaalu järgi võime arvutada kivimi vanuse.“

J. JOLLY.

Kunagi koosnes Maakera üleni hõõguvast tulivedelast magmast. Seda ümbritses ergavate gaaside ja aurude atmosfäär.

Kiirates soojust maailmaruumi, jahtus hõõguv kera ja ta pinnal hangusid raskesti sulavate olluste tükid. Olles raskemad hõõguv-vedelast magmast, vajusid nad ta sügavusse ja kogunesid seal, moodustades tahkeid masse tulivedela Maakera sisemuses. Järk-järgult tekkis neid enam ja enam. Viimati jäi magmat vaid üksikute kogumite näol tardunud masside vahele, peale aga tekkis kõva koorik.

Arvestades, et Maakera vedelmagma temperatuur oli umbes 1000°, siis oleks pidanud selleks hangumise protsesiks kuluma füüsikute arvutuste järgi umbes 22 miljonit aastat. Selle perioodi möödumisel oleks Maa muutunud sääraseks, nagu näeme teda tänapäeval.

Maakoor ja tuline atmosfäär ta kohal jahtus aegamööda

sedavõrd, et veeaurud võisid juba tiheneda, ja Maakera pinnale hakkas langema vesi, täites ta lohkusid.

Nii tekkisid ürgaegsed magevee ookeanid ja mered, nende keskel kerkisid muistsed mandrid, mis koosnesid vulkaaniliste kivimite paljastest kaljudest.

Ookeanide ja merede pinnal auras vesi ja tõusis õhku pilvede näol ning sadas vihmamana maismaale. Voolates ta kõva pinda mööda, lahustas vesi soolasid, ja jõgi kandis need meredesse ja ookeanidesse, millede veed järk-järgult muutusid soolasemaks.

Sool ei võinud lahusest kuhugi minna ja teda kogunes ikka enam ja enam.

Kui palju soola kannavad jõed meredesse ja ookeanidesse, seda võime nüüd juba umbkaudu kindlaks määrata. Võib ka välja arvutada kui palju soola sisaldub nüüd nende vetes. Teades aga seda, võib umbes kindlaks määrata, kui palju aastaid selleks on kulunud, et ookeanide ja merede vesi nii soolaseks võis muutuda.

Selgub, et selleks on kulunud umbes 95 miljonit aastat.

Peaaegu niisama palju aega kuluks ka selleks, et koguda neid sadestunud kivimite kihte, mis lasuvad Maakera pinnal (kui sadestumine merede põhjas toimus sama kiirusega, nagu see toimub meie ajal).

Need ajavahemikud on palju pikemad kui arvasid füüsikud, kes määrasid Maakera vanust ta jahtumise järgi.

Tähendab, Maakera jahtus aeglasemalt kui nad arvasid.

Arvamiste erinevuse põhjuseks on see, et Maakera jahtumise aja arvestamisel ei võtnud füüsikud arvesse siis veel tundmatut raadiumi.

Igaüks on muidugi kuulnud sellest omapärasest elementist, mis avastati möödunud sajandi lõpus prantsuse õpetlase Curie ja ta naise — poolatari Marie Sklodowska poolt.

Raadium on uraani elemendi muundumise (lagunemise) produkt, mida leidub mõnedes mineraalides. Selle muundumise juures eraldub väga palju soojust. Raadium omakorda muundub seatinaks, eraldades seejuures samuti soojust.

Kuna uraan kuulub maakoore kivimite koostisse, siis ta lagunemine tõstab soojust selle kahanemisel Maakera koores, nii et Maa jahtub palju aeglasemalt, kui olid välja arvutanud füüsikud, kes ei võtnud arvesse seda nähtust.

Keemikud tegid juba laboratooriumides kindlaks, kui palju aastaid kulub uraani raadiumiks muundumiseks ja raadiumi seatinaks muundumiseks.

Määrates kindlaks seatina hulga uraanimineraale sisaldavais kivimites, võib välja arvutada selle kivimi olemasolu kestuse.

Nii läks korda määrata kindlaks kivimite kestuse perioodid aastate järgi Maakera kihtide erinevais gruppides.

Osutus, et vanimad kivimid tekkisid umbes poolteise miljardi aasta eest.

Selline on Maakera vanus alates ajast, kui ta pinnal juba oli tekkinud kõva koor.

Kui palju aega on möödunud sellest ajast, kui sündis meie planeet, s. o. päevast, kus ta veel tähena säras meie päikese süsteemi peres, seda pole veel korda läinud usutavalt kindlaks teha.

Viies peatükk.

MAAKERA ELANIKKOND.

Orgaanilise elu tekkimine.

„Laskudes astmelt astmele, jõua-
me elu alguse juurde, nende kõige
lihtsamate olendite juurde, kes olid
kõige elusa esivanemaiks Maakeral.“

*A. OPARIN (nõukogude õpet-
lane).*

Veel XVIII sajandil mõtlesid paljud õpetlased, et elu-
sad olendid sünnivad iseenesest, „mustusest.“

Meie ajal teatakse hästi, et kõik elusad olendid ja tai-
med siginevad omasarnastest. Isegi pisimad bakterid ja
mikroobid ei sünni iseenesest, vaid paljunevad.

Kuid Maakera oli ju kunagi tulivedelas olekus ja tema
pinnal ei võinud olla mingisugust elusat materiat. Kust
siis ilmus Maa peale esimene elus olend?

Mõned õpetlased oletasid isegi, et esimesed eluidud
toodi Maa peale maailmaruumist, see on teistelt planeeti-
delt.

Kuid kaasaegne teadus on jõudnud otsusele, et planeetidevahelises ruumis ei või mingisugused bakterid säilitada eluvõimet.

Tähendab, elu sündis Maakeral endal ainete vastastikuse keemilise toime tagajärjel.

Ürgmerede soojades vetes võisid tekkida keerulised orgaanilised ühendid, milliseid nüüd õpetlased võivad saada laboratooriumides.

Need orgaanilised ühendid lahustusid merede vees. Kuid, nagu hiljuti on teatavaks saanud, eralduvad selliste lahuste segust peenimad piisakesed, mis on ümbritsevast keskkonnast erinevad.

Need piisakesed või, nagu neid nimetatakse, „koatservaadid“, mis ujusid merede soojas vees, imasid endasse orgaanilisi ühendeid ja paisusid mahult. Siis lagunesid nad koost, nende osad aga paisusid edasi ja sellegjärele lagunesid uuesti.

Väga pika protsessi tagajärjel tekkisid kõige lihtsamad ainurakulised organismid, mis panid aluse orgaanilise elu kiirele arenemisele Maakeral.

Meie ajal kihisevad mered, õhk, maismaa pind ja isegi pinnas elusaist olendeist.

Maismaa miljonid ruutkilomeetrid on kaetud metsadega; merepõhja miljonid ruutkilomeetrid on kaetud vetikatega.

Metsad on täis elanikke — linde, metsloomi, roomajaid ja putukaid.

Meredes ujuvad kalad suurte parvedena ja üksikult. Isegi sellises sügavuses, kuhu ei tungi ükski päikese kiir, elavad kalad, valgustades endile teed loomuliku elektrilaternaga, mis põleb neil pea peal.

Igas jõe- või merevee tilgas elab loetlematu hulk mikroorganisme.

Seemned, eosed ja õietolm hõljuvad kõrgel õhus metsade kohal. Kergemad neist tõusevad pilvedest kõrgemale.

Ent pinnase ja maapõhja kihis võib kohata baktereid veel kümnete meetrite sügavuses.

Loetlematud taimed imavad õhust süsihappegaasi ja lahutavad selle süsinikuks ja hapnikuks. Süsinik koos soolade lahustega, mida juured imevad maa seest, läheb taimede toitmiseks, hapnik aga hingatakse lehtede kaudu välja.

Loomad, vastupidi, hingates õhku, võtavad õhust hapnikku ja hingavad välja lämmastikku ja süsihappegaasi.

Meil oleks isegi raske kujutleda Maad ilma elaniketa: surnud mered, paljad kaljud, surnud õhk. Kuid kunagi oli Maakera selline. Ja ühtki elusolendit ei elanud meie plaanidel, mis nüüd on täis elu ja võitlust.

Kuidas siis tekkis ainurakulisest organismist säärane liikide rohkus taimede ja loomade maailmas?

Loomade ja taimede arenemine.

„Pärast Darwinit muutusid kivi-
mitede jäänused katkematu eluaheliku
katkematuiks lülideks; iga perioodi
orgaanilised vormid muutusid selle
elu arenemise faasideks, mis ka
tänapäeval areneb edasi ja muutub, nagu
ta arenes ja muutus loetlematu rea
eelnevate sajandite kestel“.....

A. PAVLOV (vene geoloog).

Võitluses olemasolu eest jäid elama ainult tugevamad ja paremini ümbruskonnaga kohanenud organismid.

Organismid täienesid ja suurenesid mõõtudes.

Juba tükike elavat protoplasmat — amööb — ujub vabalt vees, sirutab välja ja tõmbab enesesse kehajätked — kulendid, haarab kinni ja töötab oma sisemuses ümber toitvad orgaanilised osakesed.

Üksikuist rakkudest moodustusid keerulisemad — õõs-

loomad. Neil on keha sees õõnsus, mis täidab seedimis- ja vereringeelundite osa.

Säärased on, näiteks, vabalt ujuvad millimallikad ja korallipolüübid, kes elavad nende kehast eristuvast kõvast kestas.

Nii täienesid aegamööda ning muutusid keerulisemaks loomad ja taimed, andes oma järeltulijatele pärandina üle omadused, mis nende poolt omandatud.

Ikka uusi ja uusi elusolendite liike ilmus meredesse.

Muidugi oli sääraseks arenemiseks tarvis pikka aega, kuid sellest polnud loodusel puudust.

Soojades ürgmeredes domineerisid vähitaolised loomad ja karpidega kaitstud limused.

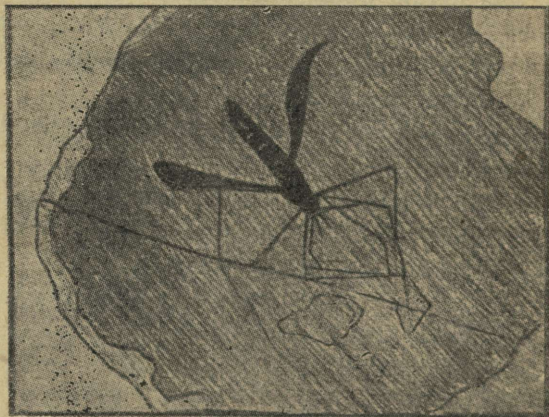
Esimesed kalakesed, kes neis meredes tekkisid, ei etendanud teiste mereloomade hulgas veel kuigi suurt osa ja tihti sattusid suurte röövlimuste kõhtu.

Ent kui vesi muutus külmemaks (sellised muudatused esinesid korduvalt Maakeral), osutusid kalakesed enam kohanemisvõimelisteks uutele tingimustele: nende liikumist ei takistanud karbid ning liikudes kiiresti edasi, muretsesid nad kergemini endile toitu. Kalad hakkasid paljunema ja kogult suurenema. Mõnel neist tekkis kehale tihe kaitsesoomus, mis ei takistanud nende liikumist, lõualuud aga relvastusid teravate hammastega. Ilmusid suured röövkalad. Neist said merede valitsejad.

Kuid juhtus, et suured lahed eraldusid merest ja kuivasid pikkamisi ära. Nende elanikel tuli kas hukkuda või kohaneda uute tingimustega: neil tuli mitte jääda alla päikese kiirte kuivatavale mõjule, vaid ka õppida hingama hapnikuga õhust, aga mitte veest, ning toidu otsingul maismaad mööda edasi liikuma.

Sitke kestaga kaetud vetikad, mis oskasid oma juurtega võtta mahlu niiskest pinnasest, said esimesteks maa-pealseiks taimedeks.

Miljonid kalad, kes jäid kuivavate merelahtede põhja, hukkusid. Kuid mõnedel neist õnnestus aegamööda õhuhingamine ära õppida ja uimede ning saba abil kaunis edukalt kuival maal edasi liikuda. Sellega kohanesid need kalad, kes juba varem olid katsetanud kaldale välja tulla ning jääda sinna, kuni nende lõpused ära kuivasid.



Joon. 25. See sääsk elas umbes saja miljoni aasta eest (jäljend kivil).

Sääraseid kalu tuntakse ka meie ajal. Nii elab näiteks troopikamaade jõgedes kala „mudahüppaja“, kes veedab palju aega kaldal ja ronib isegi puude otsa, kasutades edasiliikumiseks tugevasti arenenud uimi ja saba.

Mäletamatuil aegadel arenesid sarnastel „kuivamaa“ kaladel uimed pikkamisi jalgadeks ja lõpustest moodustusid kopsud. Nii tekkisid muistsed, meie konnade sarnased kahepaiksed. Mõned neist ürgloomadest olid väga suured.

Tollal juba kasvasid ulatuslikud tihedad metsad suurtest puukujulistest osjadest ning sõnajalgadest. Sääraste taimede padrikud on leitud meie ajal Uus-Meremaa saare sügavuses.

Ja samal ajajärgul ilmusid mitmesugused liblikad, rohutirtsud ja teised putukad, kes sarnanesid meieaegsetele. Mõned neist kasvasid väga suureks. Ühed neist lendasid, teised roomasid mööda puid või ujusid soode vees.

Kahepaiksed olid kaunis kohmakad loomad, ja kui kliima jahenes suurtel maa-aladel, läks neil toidu muretsemine väga raskeks.

Suured kahepaiksed surid aegamööda välja ja juba tol ajal ilmunud vilkad, väledad roomajad, meie sisalike ja maoliste taolised, tundsid endid hästi.

Roomajad haarasid kiiresti võimu Maakeral. Nad surusid kahepaiksed välja ja said Maa peremeesteks.

Ühed neist karjatusid suurtel luhtadel või sõid puude oksad paljaks, teised püüdsid ja õgisid loomi. Võideldes olemasolu eest, muutusid nad tugevamaks ja suuremaks. Ilmusid saurused — hiigelsisalikud, pikkuselt kuni 20 meetrit ja üle selle. Paljud neist olid kohutavad kiskjad, kelle lõualuud olid täis suuri teravaid hambaid.

Sisalikud vallutasid mitte ainult maismaa. Mõned neist elasid kahepaiksetena, pidades jahti kaladele vees, ja muutusid kehakujult ise kalade sarnasteks, jäädes oma elundite ehituselt sisalikeks.

Mõned sisalikud hüppasid puult puule, hoides end õhus lennunahkade abil, mis lehvisid neil keha külgedel esimeste ja tagumiste jalgade vahel. Aegamööda omandasid nad nahktiivad, nagu need on nahkhiirtel. Mõned neist kasvasid nii suureks, et sirutatud tiibade laius oli kuni 6 meetrit.

Sisalikel oli üks nõrk koht — nende külm veri. Selle tõttu olid uue kliima jahtumisperioodi tulles nendega võr-

reldes eelistatud seisukorras tol ajal veel pisikesed, kuid soojaverelised loomad — imetajad, kes kergemini talusid külma.

Kiiresti paljunedes, suurenedes kasvult ja jõult, surusid imetajad välja endised maailmavalitsejad — roomajad, kes olid määratud väljasuremisele.

Sellised imetajad, nagu ürgelevandid (mammutid), koopakarud ja lõvid, kasvasid väga suureks. Ainult õhus jäi ülevõim lindudele, kes veidi varemini olid sisalikest tekkinud. Kõige vanemais kiltkivikihtides leiti sellise esimese linnu luud: tal olid hambad ja selgrootülidest pikk saba nagu sisalikul.

Imetajad on säilitanud kuni meie aegadeni oma ülevõimu Maakeral. Nende hulka kuulub ka inimene.

Inimese põlvnemine.

„Inimene on loom, kes toodab tööriistu.“

B. FRANKLIN (ameerika õpetlane).

Inimesed ja ahvid tekkisid ühest ja samast ürgloomast.

Ahv on inimese poolvenda. Sellest kõneleb nende luustiku, koljude ja kehaehituse sarnasus.

Kuid töö tõmbas ülepääsematu piiri nende vahele.

Omades võimet seista ja liikuda kahel jalal, sai inimese esivanem võimaluse kätega haarata saaki, hoida keppi või kivi ja tööd teha. Tööprotsessis arendas ta endas peituvaid füüsilisi ja vaimseid võimeid, mis olid alles eos. Ta peaaegu suurenes mahult ja ta tegevus muutus üha mitmekesisemaks.

Inimese esivanemailt on säilinud mitte ainult nende

luid, vaid ka mitmesuguseid esemeid — kivist ja luust riistad, savinõude killud jne.

Ürginimeste peatuskohtadel tekkis „kultuur“-maakihte, kust leitakse lõkketulede tuhka, inimese enda ja tema poolt söödud loomade konte, kiviriistu ja tarbe-esemeid.

Nende kihtide tekkimine toimus tuhandete ja isegi kümnete tuhandete aastate vältel. Säärastel ürginimese peatuskohtadel võib vaadelda, kuidas aegamööda täienes tema oskus valmistada kiviriistu.

Üks lihtsamaid kiviriistu oli teravate äärtega tulekivi tükk, millel oli paks töötlemata pära, kust käega võis kinni hoida. Sellega võis puud siluda, nahka nülvida, kive tahuda. See oli universaal-riist. Siis ilmusid hoolikamalt töödeldud kiviriistad, mis pikkamisi omandasid kirve, noa, kaabitsa kuju.

Viimaks muutusid riistad veelgi täiuslikumaks, sileda, lihvitud pinnaga. Tööprotsessis ja võitluses olemasolu eest arenes inimese esivanem, kaotades looma ja omandades inimese jooned.

Ahvi luud, keda võib pidada esimeseks lüliks pikas inimese esivanemate ahelikus, leiti Aafrikast. Teda nimetati australopitekuseks. Ta hambad sarnanesid väga inimese hammastega, kuid kolju maht ei ületanud 600 sm³.

Enne seda leiti ahv-inimese luud Jaava saarelt. Sel inimesel, kes oli väga ahvi sarnane, olid samuti inimese hambad, kuid ta laup oli kitsas ning tugevasti tahapoole litsutud, peaaegu aga oma mahult ületas ainult poolteisekordselt ta ahvist esivanema peaaegu. Ta elas tõenäoliselt umbes miljon aastat tagasi. Talle anti nimeks *Pithecanthropos*, see on ahv-inimene.

Mõni aeg hiljem, umbes 700 tuhat aastat tagasi, elas teine inimese esivanem, kelle luud leiti Hiinast, Peipingi linna lähedastest koobastest. Tal oli samuti tahapoole

madalaks litsutud laup ja arenenud kulmukaared, kuid peaaegu maht juba 1000—1200 sm³ suur.

Kultuurkihtides, mida see koopaelanik Peipingi juures maha oli jätnud, leiti lõkketulede tuhka, hulk jämedalt töödeldud kiviriistu ja tema poolt söödud loomade konte.

Tähendab, see ahv-inimene juba kasutas tuld, valmistas kiviriistu ja elas koobastes, varjates end külma ja halva ilma eest.

* *
* *

Möödunud sajandi keskpaiku leiti Neandertali jõe orust Kesk-Euroopas meie esivanema luud, kes oli ahv-inimese ja kaasaegse inimese vahepealne. Sarnaseid luid leiti ka Euroopa teistest osadest. Ja kõige uuemad leiud tehti meil NSV Liidus Kijik-Koba koopas Krimmis ja Tešik-Taši asula läheduses Üsbekistanis.

Neandertaallased — nagu neid kaasaegse inimese esivanemaid nimetatakse — erinesid veel väga meist taha-poole madalaks litsutud lauba ning peaaegu täielikult puuduva lõuaga. Nad olid väikest kasvu, laiaõlalised, kes kõndides üsna vähe jalgu põlvest kõverdasi. Kuid kolju maht oli neil peaaegu samasugune kui kaasaegsel inimesel, umbes 1400 sm³.

Neandertaallased matsid juba oma surnute laipu, panes neile kiviriistad kätte. Nad elasid koobastes, kust nad koopakarud olid välja kihutanud.

Neandertaallased elasid Euroopas viimasel jääajal, umbes 50 tuhat aastat tagasi. Nende elu oli väga raske; ainult raudse tervise ja keha tugevuse tõttu suutsid neandertaallased vastu panna karmile võitlusele olemas-olu eest.

Nad toitsid endid metshobuse, ürghärja, piisoni ja põhja-



Joon. 26. Ürginimesed ajavad karu koopast välja.

• põdra lihast. Neist aegadest säilinud kultuurkihtides võib kohata samuti koopakaru ja mammuti luid.

Neandertaallaste kiviriistad on rohkearvulised ja mitme-

kesised, olgugi et nende töötlemine pole veel täiuslik. Need ürginimesed elasid ühiskondadena. Nad pidasid ühiselt jahti ning jagasid saagi omavahel. Ainult selletõttu võisid nad jagu saada säärastest suurtest loomadest, nagu mammut, koopakaru või koopalõvi. Koduloomi neil meie esivanemail veel ei olnud.

* *

*

Üsna viimase jääaja lõpus, s. o. umbes 25—30 tuhat aastat tagasi, elasid Euroopas niisugused inimesed, kes millegi poolest ei erinenud kaasaegseist inimestest. Himaalaja mägedes elavad veel meie ajal sarnased suguvõsad. Nende inimeste luid leiti esmakordselt Cro-Magnon'i küla läheduses Prantsusmaal. Selletõttu nimetatakse neid cromagnoni inimesteks.

Nende inimeste peaaegu oli samuti arenenud kui kaasaegsel eurooplasel. Nende välimus oli ilus, kasv — kõrge, jalad pikkade säärtega.

Kui head jooksjad tegelesid nad küttimisega ja nende armsamaks metsloomaks oli väikekasvuline, suurepealine metshobune.

Cro-magnoni inimene jättis oma peatuskohtadele palju hoolikalt väljatöötatud, lihvitud kiviriistu ja mitmesuguseid kontidest ja põdrasarvedest tarbeesemeid (näiteks nõelad, naaskel jne.).

Kahtlemata riietusid tolle ajastu inimesed juba õmmeldud loomanahkadesse.

Riiete ja luude töötlemises jõudsid nad kõrge kunstini. Oli tarvis väga palju aega, mida mõõdeti sadade aastatuhandetega, et jämedast, väevalt väljatöötatud ränikivi tükist jõuda hästi lihvitud kirve, noa või nooleotsani. Kiviaeg jagunebki kiviriistade töötlemisviisi järgi ajastuise: eoliitikum — kui riistu vähe taoti, paleoliitikum — kui

neid jämedalt töödeldi, ning lõpuks neoliitikum — kui neid lihviti.



Joon. 27. Cro-magnoni küttide poolt kaljudele maalitud pildid.

Cro-magnoni inimene jõudis juba sellise arenguastmeni, et õppis joonistama mineraalvärvidega ning jättis endast järele väga täpseid pilte, mis kujutasid loomi ja jahistseene.

Sääraseid maalinguid on leitud paljudest koobastest Hispaanias ja Prantsusmaal. Sealt on ka leitud luust osavasti nikerdatud kujakesi. Pildid seintel ei olnud nähtavasti mitte kaunistuseks, kuna neid leitakse pimedate koobaste sügavuses. Tõusta oma arengus nii kõrgele astmele võis cro-magnoni inimene vaid sellepärast, et nad ei elanud mitte üksikult, vaid ühiskonnana. Elades üksinda, ei oleks metsloomadega võrreldes nõrk inimene suutnud välja kannatada karmi võitlust olemasolu eest. Kuid vastastikune toetus ning ühised pingutused toidu ja eluaseme otsingul võimaldasid tal mitte ainult üle elada, vaid ka alistada endale looduse.

Inimesed, kes elasid vahetult pärast cro-magnoni inimest, asutasid juba muistsed, meile tuntud riigid Väike-Aasias. Neist on järele jäänud arvukaid dokumente, mis kiilutaoliste kirjatähtedega on kirjutatud savitahvlikestele.

Organismide mõju maakoorele.

„Kuna need massid (mis moodustavad maakoore) on osalt mineraalse, osalt orgaanilise päritoluga, siis geoloogia oma kirjeldavas osas puutub kokku ühelt poolt keemiaga ja mineraloogiaga, teiselt poolt teadustega orgaanilise looduse alalt — zooloogia ja botaanikaga“.

A. PAVLOV.

Taimede ja loomade elutegevus ei möödunud jäljetult maakoorele. Sageli tekitas ta maakoores samasuguseid tunduvaid muudatusi kui õhu ja vee tegevus.

Taimed mõjutavad maakoore ülemist kihti mitte ainult mehaaniliselt, vaid ka keemiliselt; põõsaste ja puude juured teevad kobedaks ülemised pinnase kihid ja kergen-

davad õhu ja vee tungimist sellesse. Nende lehed ja roht-taimede varred tekitavad kõdunedes erilisi happeid. Need happed muudavad mineraalides sisalduva raua lahustuvaiks ühenditeks, mis vesi kaasa viib. Tekivad värvitud, hallid või leetmullad, mis on levinud põhja piirkondades.

Kuivades, liivastes piirkondades teevad taimede juured liiga kobeda pinnase kindlaks ja peatavad liivaluidete liikumise.

Suurem osa Kara-Kumi kõrvest on juba kõvaks muutunud liikumatute liivakühmude ja ahelike näol.

Seda tegid kõrvetaimed.

Ükski harilikest puudest ei oleks saanud kasvada liikuvail liivadel. Võimas tammepuu, kõrge paplipuu — meie maade taimemaailma hiiglased — ei ole suutelised liivaga võitlust pidama: nad mattuksid edasiliikuvate liivaluidete alla. Kuid karvane kõrve kõrsvili — seliin — võidab liiva. Sellest kinni kaetuna, ajab ta uued juurevõsud välja, mis tungivad horisontaalselt värske liiva kihtidesse; ta latv aga kerkib kiiresti üles ega lase liival elavat taime kinni matta.

Seliini juurte harud seovad liivakihte ja pidurdavad nende liikumise. Kui tuul puhub taimede alt välja koheda liiva ja paljastab juured, ei hukku sellepärast taim. Ta juurte ümber tekib toruke liivaterakestest, mis kleepuvad juurekarvakestele.

Koos seliiniga ja teiste liikuvate liivade taimedega elab kõrves karvane saksaul ja ilus puuke — liiva-akaatsia. Need puud kasvavad tervete saludena orgudes liivaküngaste vahel, elustades ühetaolist kõrvemaastikku.

Võimsad söekihid, mis etendavad tähtsat osa maakoore ladestuste kihtides sellistes piirkondades, nagu Donetsi, Kuznetski ning teistes söebasseinides, samuti võlgnevad oma olemasolu eest taimedele tänu.

Kivisöe lademeist leitakse tihti lehtede jäljendeid, mõnikord aga isegi terveid söestunud tüvesid, millede juured tungivad söelademetes all asuvaisse savikihtidesse.

Need leiud tõestavad vaieldamatult kivisöe päritolu puutaolistest taimedest. Ka katsed tõestasid, et puit, lagunedes ilma õhu ligipääsuta, muutub söeks.

Maakera elu kaugel ajastul kasvasid avarail soistel lauskmaadel tihedad metsad. Need olid puutaoliste taimede, meie soo-sõnajalgade ja osjade sugulaste metsad. Kuid need polnud niisugused kääbused, nagu praegused taimed, vaid olid nende võimsad esivanemad — suured, jämedad puuhiiglased.

Tormid mürdsid ja paiskasid neid hulgaviisi maa peale, kuna nende hiiglaste juurtel ei olnud soodes kindlat tuge. Scode põhja kuhjusid puutüved, jämedad ja peenikesed oksad. Nad kattusid muda ja liivaga. Lagunedes paksu muda ja liiva katte all, ilma õhu juurdepääsuta, muutusid need puuhiiglaste jäänused kivisöelademeiks.

Suured puude kogumid, mis hiljem muutusid söeks, võisid tekkida ka suurte jõgede suudmes, kuhu vool kandis kokku miljoneid puid, nagu seda näeme ka nüüd Jenissei või Obi suudmes.

Mullastiku koostise muutumises etendavad suurt osa bakterid. Nad eraldavad oma elutegevuse tagajärjel lämmastikku ja hapnikku. Sitikad ja teised putukad, kes kae-vavad auke pinnasesse, kobestavad pinnase ülemisi kihte ja soodustavad sellega nende porsumist. Ussikesed aga mitte üksi ei kobesta pinnast, vaid, lastes mulla läbi oma soolestiku, muudavad tugevasti maa keemilist koostist.

Vetikad, mikroskoobilised loomad ja limused, kes elavad meredes, eritavad lupja, millest nad ehitavad oma karpe või kõvu luustikke. Pärast nende loomade hukkumist vajuvad kõvad moodustised põhja ja kogunevad sinna paksude kihtidena.

Peenimaist merikarpidest, milliseid võib vaadelda ainult tugeva mikroskoobi läbi, on tekkinud kriidimäed. Limuste karpidest koosnevad lubjakivikihid aga moodustavad terveid mäeahelikke.

Väikeste mereloomade — polüüpide tegevuse tagajär-



Joon. 28. Polüübid ehitavad rahusid, mis võidavad ookeani lainete purustava jõu.

jel tekkivast koralli-lubjakivist koosnevad kaljurahud, mis esinevad sadade kilomeetrite pikkuselt soojade merede ja ookeanide ranniku ääres.

Terved saared — atollid — on ehitatud polüüpide poolt Vaikses ja India ookeanis. Puurimine on tõestanud, et korallirahud tõusevad sügavusest sadade meetrite kõrgusele ja kõik need massiivid on ehitatud pisiloomade poolt, kes on vastu pannud murdlainete hävitavale tegevusele.

Isegi hukkunud loomade kehad on etendanud mõningat osa maakoore tekkimises. Nii nafta, mis immutab suureteralise liiva kihte ja täidab lõhed liivakivi ning lubjakivi kihtides, tekkis kalalaipade lagunemise tagajärjel mere põhjas ilma õhu ligipääsuta. Need kalad hukkusid kuivavais merelahtedes massidena.

Elusorganismide tegevus lõi suurte ajavahemikkude keskel selle maailma, milles meie elame. Taimede ja loomade elutegevuse tagajärjel ilmus atmosfääri hapnik ja lämmastik, ammiaagi ja veeaurude asemele, millest koosnes Maakera ürgatmosfäär.

Taimede ja loomade mõju maakoore ülemisele kihile on nii suur, et geoloogid peavad orgaanilist maailma üheks Maakera kestaks.

Nad nimetavad seda biosfääriks, samuti kui nimetatakse atmosfääriks meie planeedi õhukesta.

Kuues peatükk.

MAAKERA VALLUTAJAD.

Teise maailmasõja eelpäeval ületas Maakera elanikkonna arv 2.125.000.000 inimest.

Lühikesest käsiraamatust „Maailma riigid“

Inimese tegevus avaldab märgatavat mõju maakoore koostisele ja ehitusele.

Meie planeedil elab üle kahe miljardi inimese. Suurim osa elanikkonnast tegeleb põllundusega, harides maapinda adra või sahaga.

Lennates lennukil kultuurmaade ulatuslike alade kohal võib näha, missugune tohutu suur osa maapinnast on jaotatud täisnurkseiks ülesharitud põldudeks, missugustel maa-aladel asuvad arvutud linnad, külad, kaevandused ja töölis-asulad.

On kokku võetud, et põllumehed harivad iga aasta üles umbes 3000 kuupkilomeetrit maapinda. See maaharimine toimub väga suurel maa-alal. Ta soodustab pinnase porsumist, s. o. õhu ja vee tungimist maasse. Ühtlasi kaotab pinnas iga aasta koos koristatava saagiga mõned sooladest. Seda loomulikku kadu mullas asendavad vaid väikesel määral kunstlikud mineraalväetised.

Kuid põllutöö, mis levib suurtel maa-aladel, puudutab maakoort väikeses sügavuses — ainult ülemisi mullastiku kihte.

Kaevandustööd hõlmavad küll võrdlemisi väikesi maa-alasid, kuid selle-eest tungitakse sügavale maakoosesse. Mõned vanad kaevandused töötavad juba enam kui ühe kilomeetri sügavuses.

Inimene töötab üles kivisöe, nafta, soolade ja mitmesuguste maakide lademeid.

Maakoore tekkimise protsessis sadestusid kuivavais madala veega merelahtedes suured soolakihid. Veel suuremad maa-alad võtavad endi alla kivisöe-lademed. Sool ja kivisüsi moodustavad tunduva osa maakoore kihtidest.

Kaevates välja soola ja kivisütt, muudab inimene maakoore ülemiste kihtide koostist ja ehitust lademetete piirkondades. Tekkivad õõnsused täidetakse kunstliku täitematerjaliga — savi või liivaga. Kui aga asendamist ei teostata, siis varisevad ülallasuvad kihid õõnsustesse, mis jäid väljavõetud kasulike maapõuevarade kohale, ja Maakera pind kattub lohkudega.

Kaevanduste kokkuvarisemine muudab maapinna relieefi. Paljude sajandite jooksul on inimene toonud maapõuest välja kivisoola, siis raua, vase ja muude metallide maake. Söe ja nafta tootmine algas palju hiljem.

Ent umbkaudsete kokkuvõtete järgi üksi maakoorest toodetava kivisöe mahtu mõõdetakse kümnete kantkilomeetritega!

Kogu see tohutu hulk sütt ja maaki, mis loodus on kontsentreerinud mõnes Maakera punktis, hajub tagasipöörmalt: süsi põleb ära, muutudes gaasideks ja tuhaks, metall-esemed kuluvad ära...

Järk-järgult vaesuvad ülemised maakoore kihid kivisöe,

raua, tina, tsingi ja muude metallide poolest. See vaesumine on nii tunduv, et juba möödunud sajandil oli tööstus mures kasulike maapõuevarade rikkalike leiukohtade võimaliku lõppemise pärast.

Otsingud ja uurimised annavad ikka uusi ja uusi sõe ja maakide lademeid. Täielik maapõuevarade lõppemine on veel kaugel. Kuid juba nüüd hakatakse mõtlema kehvemat, s. o. väiksema metallisisaldusega maakide ärakasutamisele, millede tagavarad võivad kauaks ajaks kindlustada kultuurinimkonna vajadusi.

Nõuete vähenemine maagi kvaliteedi vastu aga (mis on võimalik maakide töötlemistehnika arenemisega) rikastab kohe inimkonda nende uute, väga suurte tagavaradega. Ainult ühes „rauakvartsiitide“ (rauamaak 35—40 protsendilise metalli sisaldusega) leiukohas Kurski all, mis avastati meie ajal, sisaldab niipalju rauda, kui maailma kõigis teistes leiukohtades kokku. Ja sarnaseid leiukohti, milledele seni veel pole pööratud küllaldast tähelepanu, on Maakeral palju. Iga puhta savi kiht võib muutuda maagiks, alumiiniumi tootmiseks, ilma milleta on võimata ehitada lennukit.

Autod, traktorid, vedurid, aurikud vajavad peale raua ja vase veel palju teisi metalle: niklit, kroomi, magneesiumi, volframi.

Ikka enam ja enam vajatakse tööstuses selliseid metalle, milledest möödunud sajandil midagi ei teatud, nagu: molübdeen, tsirkoonium, kadmium, liitium, indium...

Ikka uusi ja uusi maa-alasid haaravad enda alla kaevandused, et saada vajalikke maake. Ikka suuremaid muudatusi toovad maakoore ehitusse ja koostisse uued kaevandused. Kuid toodetava sõe ja maakide hulk on tühine, võrreldes savi, lubja, liiva ja ehituskivide vajadusega.

Linnade, tehaste, vabrikute kivihooned, sadamaehitised,

kaid, sillutised, raud- ja maanteed — need on maakoorest väljakaevatud sadade miljonite tonnide mitmesuguste materjalide tarvitajad.

Savi, liiva ja ehituskive ei kaevata küll suurest sügavusest, see-eest aga hõlmab nende väljakaevamine suuri maa-alasid ja tunduvalt muudab Maakera pinda.

Nii kasutab kõigi loodusjõudude võitja — inimene — meie ajal maakoore aineid, muudab Maa palet ja muutub ka ise, nagu ütleb akadeemik Vernadski, looduse kosmiliseks teguriks, avaldades planeedile, millel ta elutseb, peaaegu samasugust mõju, kui suured kosmilised jõud — vesi, õhk ja päike.

SISUKORD

	Lk.
Esimene peatükk. Maakera maailmaruumis	3
• Silmad petavad meid	3
• Maa pöörleb nagu vurr	10
• Päikese ümber	15
Maa planeetide ja tähtede maailmas	22
Teine peatükk. Maakera.	30
✕ Maa soomusrüü	30
✕ Maakoore liikumised	35
✕ Maakoore põues	44
Kolmas peatükk. Maakoore elu.	48
• Kuidas muutub Maa pale	48
• Kõrbede tekkimine	51
• Orgude ja koobaste tekkimine	55
• Saarte hukkumine	65
• Jääliustike tegevuse jäljed	66
• Tulemäed	69
✕ Maagisoonte tekkimine	76
• Maavärinad	77
• Ookeanide ja mandrite ajaloost	80
Neljas peatükk. Kui vana on meie planeet?	84
• Missugused kihid on vanemad, missugused nooremad?	84
• Maakoore kroonika	86
• Maakoore vanus	89
Viies peatükk. Maakera elanikkond.	92
• Orgaanilise elu tekkimine	92
• Loomade ja taimede arenemine	94
• Inimese põlvnemine	98
• Organismide mõju maakoorele	104
Kuues peatükk. Maakera vallutajad.	109

Tõlkinud A. Raid.

Vastutav ning keeleline toimetaja M. Küla.

Ladumisele antud 6. VI 47. Trükkimisele antud 14. VII 47. Trüki-
arv 6200. Paber 56×79, $\frac{1}{16}$. Trükipoognaid 7,25. Trükitähti trüki-
poognas 34.140. Arvestuspoognaid 6,1. MB 02540. Trükikoda „Noor-
Eesti“, Tartu, Kastani 38. Tellimise nr. 517.

На эстонском языке.

С. Бублейников. Земля-планета.

Tin.

Rbl. 3.50

A

16581

130A1

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00506690 9