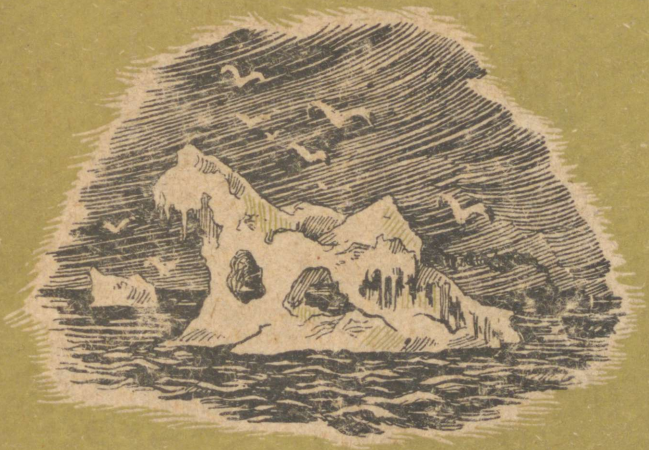
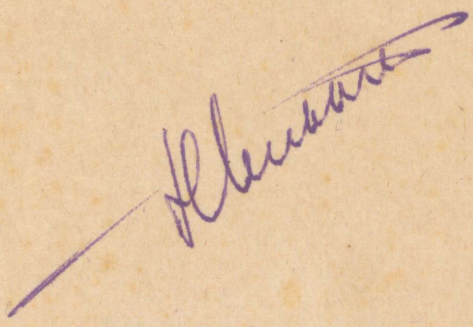
R. RÄGASTIK

ÜLDMAATEADUS

X KLASSILE



RK „PEDAGOOGILINE KIRJANDUS"



A-17920

R. RÄGASTIK

ÜLDMAATEADUS

KESKKOOLI X KLASSILE

23.08.49.

RK

„PEDAGOOGILINE KIRJANDUS“
TALLINN 1949

Eesti NSV Haridusministeeriumi poolt kinnitatud.

TARTU ÜLIKOOLI
RAAMATUKOGU

I. Maakoor.

1. Maa kuju ja mõõted.

Lagedal avaral tasandikul viibides või kõrgemalt asukohalt vaadates näib Maa meile kettana, mille üle kaardub lameda kuplina taevavõlv. Niisugune kujutlus Maast oligi vana-aja



Joonis 1. Kreeklastelt säilinud kujutis neile tuntud maadest.

rahvastel (joon. 1). Kreeka lauliku Homerose (IX saj. e. m. a.) sõnade järgi on „mõõtmatu Maa ümmargune tasandik, mille ääreosi uhavad vaikselt ümber Maa voolava Okeanose ürgsed veed. Sammastel, mida toetab läänes Atlas, lasub

vaskne taevas. Ta säravate tähtedega kuppel laiub mandrite ja merede üle, aga vastaspoolel, põrgu all, kummub võlvina Tartaros (Manala), Maa keskel kerkib võimas, kuristikurikas Olümpos, mille kõrgel tipul elavad Hellase jumalad".

Kuid juba Kreekas leidus teadlasi, kes olid Maa kuju kohta teisel arvamusel. Pythagoras (VI saj. e. m. a.) õpetas, et Maal on kera kuju, mille kasuks esitas hiljem tõestusi Aristoteles (IV saj. e. m. a.). Neid täiendas omalt poolt geotsentrilise maailmasüsteemi looja Ptolemaios (II saj. m. a. j.). Eratosthenes (II saj. e. m. a.) mõõtis vahemaa Aleksandria ja Süene (praegune Assuan) vahel ning arvutas saadud andmeil esimesena meridiaanringi ühe kraadi pikkuse ja Maa ümbermõõdu.

Hiljem unustati kreeka teadlase õpetus Maa kuju kohta, ja veel keskajal kasutati kaarte, milledel Maa oli kujutatud saarena keset ookeani.

XV saj. lõpul ja XVI saj. algul hakkas õpetus Maa keraja kuju kohta uuesti pinda leidma. Tol ajal lõi Kopernikus (1473—1543) oma heliotsentrilise päikesesüsteemi, millele Kepler (1571—1630) pani hiljem planeetide liikumisseaduste näol teadusliku aluse. 1492. a. asus Kolumbus oma esimesele merereisile, lootuses Maa keraja kuju puhul jõuda Indiasse lääne poolt — mis lõppes aga Ameerika avastamisega. 1519.—1522. a. teostati esimene reis ümber Maakera; reisi juht Magalhães langes võitluses pärismaalastega Filipiini saartel. See reis tõestas lõplikult, et Maa on kera-kujuline.

1525. a. toimus järjekorras kolmas[1] meridiaani kraadi pikkuse mõõtmine Prantsusmaal Pariisi ja Amiens'i (1. amjääni) vahel arst ja matemaatik Fresneli poolt. Fresnel arvutas kaugust maapinnal tõllaratta tiirude järgi.

---

[1] Teine meridiaani kraadi pikkuse mõõtmine teostati araablaste poolt aastal 827 kaliif Al-Mamuni valitsemise ajal.

1617. a. rakendas hollandlane Snellius (1580—1626) kauguste mõõtmiseks maapinnal kolmnurkade omadusel põhineva triangulatsioonimeetodi. Vahenditult mõõdetakse maapinnal ainult kolmnurga ühe külje pikkus (baasis).

XVII saj. teisel poolel tekkisid esimesed kahtlused Maa kui korrapärase kera kohta. Newton (1642—1727) ja Huygens (1621—1695) arvasid, et juhul, kui Maa oli varem vedelas või poolplastilises olekus, siis pidi ta, pööreldes ümber oma telje, võtma endale kesktõuketungi mõjul pöördellipsoidi kuju, s. o. tõmbuma pooluste kohalt veidi kokku.

XVIII saj. algul otsustas Prantsuse Teaduste Akadeemia selgitada selle küsimuse ning lõpetada sel pinnal tekkinud tülid. Ta saatis välja kaks suurt ekspeditsiooni, kes pidid mõõtma meridiaani kraadi pikkuse ekvaatori kohal ja põhjapolaarjoonel. Üks ekspeditsioonidest lähetati 1735. a. Quitosse Lõuna-Ameerikas ja teine 1736. a. Lapimaale. Teostatud mõõtmised näitasid, et meridiaani kraadi pikkus väheneb pooluselt ekvaatori poole, millega oli tõestatud Newtoni ja Huygensi oletus.

Prantslaste eeskujul hakkasid ka teised riigid korraldama meridiaani ja rööbikute kraadi mõõtmist. Nii tekkis eriline teadus — geodeesia, mis tegeleb Maa kuju ja mõõdetega.

Oma ulatuselt suurimad mõõtmised meridiaani suunas teostati Venemaal, tolleaegse Tartu ülikooli astronoomia-professori Struve juhtimisel (1816.—1855. a.). Need haarasid 25°20′ pikkuse kaare Tartu meridiaanist, alates Põhja-Jäämerelt (70°40′11,2″ p.-l.) kuni Doonau jõeni (45°20′2,8″ p.-l.).

XIX saj. 50-ndail ja 70-ndail aastail viidi rahvusvaheliselt läbi suurejoonelised mõõtmistööd rööbiku suunas — 63°41′-lise kaare ulatusel. Mõõtmine algas Inglismaalt ja jätkus piki 52° paralleeli läbi Belgia, Saksamaa ja Euroopa-Venemaa Orski linnani Uuralis. Tööd kestsid 15 aastat.

Nimetatud suured ja rida väiksemaid mõõtmisi näitasid, et

Maa ei osutu täiesti korrapäraseks pöördellipsoidiks, vaid omab keerulisemat kuju.

Väga väärtuslikuks meetodiks Maa kuju määramisel on gravimeetriline meetod, s. o. raskustungi kiirenduse mõõtmine Maa välispinna üksikutes punktides. Nimetatud mõõtmistel saadud andmed ei ühti nendega, millised peaksime saama sel juhul, kui Maa kuju oleks ideaalne pöördellipsoid ning massid maakoores oleksid paigutatud korrapäraselt ja ühtlaselt.

Teostatud vaatlused näitavad, et Maa omab õige keerulist kuju, mida nimetatakse *geoidiks*. Geoidi pind on kõikjal risti raskustungi suunaga ja ühtib ookeanide pinnaga, olles mandrite kohal kuni paarsada meetrit pöördellipsoidist kõrgemal, ookeanide kohal aga kuni paarsada meetrit pöördellipsoidist madalamal. Samuti vastaks geoidi pinnale läbi mandrite kaevatud ning ookeanidega ühenduses olevate kanalite veepind.

Rahvusvahelise kokkuleppe põhjal 1924. aastast on praegu kasutusel järgmised Maakera mõõted:

Maa raadius nabadel — 6 356,9 km,
Maa raadius ekvaatoril — 6 378,4 km,
ekvaatori pikkus — 40 076,6 km,
meridiaanringi pikkus — 40 009,1 km,
Maa pindala — ligi 510 miljonit km^2.

Tehes kokkuvõtte meie vaadete arengust Maa kuju suhtes, saame järgmised etapid:

1. Fantastiliste kujutluste ajajärk, kus Maa esineb alati kettana.
2. Kujutluse tekkimine Maast kui korrapärasest kerast, alates Aristotelese ajast.
3. Kujutluse tekkimine Maast kui korrapärasest pöördellipsoidist väikese lahkuminekuga ekvaatori ja pooluse raadiuse pikkuse vahel. Valitses XVII saj. lõpust XIX saj. esimese pooleni.

4. XIX sajandil veendumusele jõudmine, et Maa on geoid, mis oma kujult on lähedane pöördellipsoidile, kuid korrapäratum ja keerukam.

2. Maa sisemus.

Maa on päkesesüsteemi kuuluv planeet ja tema teke on seotud päikesesüsteemi teiste liikmete tekkega.

Pärast tekkimist oli Maa tulipalavast vedelast ainest koosnev kera, mis vahetpidamata kiirgas soojust maailmaruumi. Pideva soojusekaotuse tõttu jahtus Maa välispind sedavõrd, et sellele tekkisid üksikud tardunud pankad. Mõned neist sukeldusid sügavusse, teised jäid aga pinnale püsima, liitudes ühte, kuni tekkis lõpuks kõva, suletud maakoor.

Viimane ei olnud esialgu kuigi paks. All olevad vedelad magmamassid sulatasid ta paiguti läbi ja ujutasid üle tohutuid alasid, või murdsid temasse lõhesid, milledest omakorda voolas maapinnale vedelat kivimassi. Kuid ka need Maa sisemusest väljatunginud ained tardusid aja jooksul. Neist muutus maakoor järk-järgult ikka paksemaks ja tugevamaks.

Kindla, vastupidava koore tekkimine pinnale oli pöördeks Maa soojusrežiimis. Kuni selle ajani kiirgas Maa välispind ise palju soojust. Nüüd aga, paksu koorega kattumisel, sai tähtsaimaks soojuseallikaks Maakera pinnal Päike.

Kivimite halva soojusejuhtivuse tõttu ei tungi päikesesoojus sügavale maapinda. Temperatuuri ööpäevane kõikumine on märgatav kuni 1 m sügavuseni ning suvine soojenemine ja talvine jahtumine, sõltuvalt temperatuuri aastasest amplituudist, — 40 meetrini. Ekvaatori kohal, kus amplituud on väikseim, muutub aasta kestel ainult 1—2 m paksuse pinnakihi temperatuur.

Ülemisele, muutlikule kihile järgneb allpool püsiva temperatuuriga kiht, kus valitseb pidevalt maapinnal asuva koha aasta kesktemperatuur. Pariisi observatooriumi keldris näitab

soojamõõtja 27,6 m sügavusel juba üle saja aasta 11,85°. Neis paikades, kus aasta kesktemperatuur on alla 0°, esineb püsiva temperatuuriga kiht kirsmaana, mille paksus ulatub paiguti üle 300 m.

Püsiva temperatuuriga kihist allapoole algab maapinnas järjekindel temperatuuri tõus. Transvaalis, Lõuna-Aafrikas, ulatuvad kullakaevandused kuni 2289 m sügavuseni, kus on 40° sooja. 2239 m sügavuseni ulatuvas puuraugus Ülem-Sileesias näitab termomeeter 83,4°, ühes Uus-Mehhiko naftapuuraugus 3000 m allpool maapinda — 140°.

NSV Liidu sügavaimad puuraugud asuvad Bakuu naftaväljadel. Siin jõuti 1938. a. puurimistega kuni 3500 m sügavuseni, kusjuures tööd jätkati. Käsikäes sügavpuurimisega käis maakoore temperatuuri muutumise jälgimine.

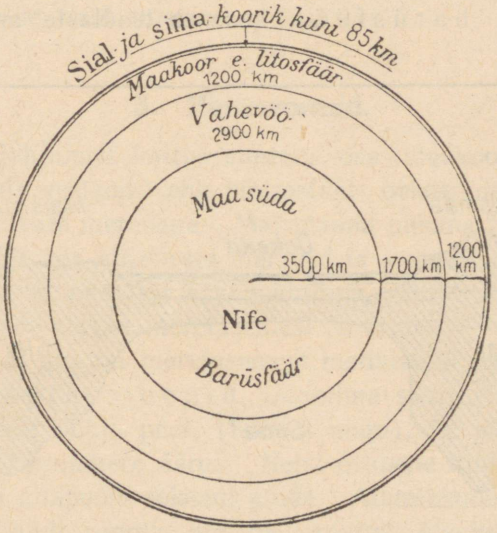
Seoses geomeetriliste vaatluste laiendamise ja puurimistehnika täienemisega võib tulevikus päevakorda tulla Maa sisemise soojuse kasutamine tööstuses.

Need andmed näitavad, et temperatuuri juurdekasv pole kõikjal ühesugune. Keskmiselt tõuseb see ühe kraadi võrra 33 m kohta, kõikudes 20—40 m vahel. Meetrite arvu, millede ulatusel Maa sisemuse temperatuur tõuseb ühe kraadi võrra, nimetatakse geotermiliseks soojusastmeks. Ta oleneb kivimite soojusejuhtivusest, maas toimuvatest keemilistest reaktsioonidest, kihtide asetusest maakoores (nurgi lamavad kihid juhivad soojust paremini kui rõhtsad) jne.

Nähtavasti on siin tegemist Maa sisemise ürgsoojuse mõjuga, millega liitub radioaktiivsete ainete lagundumisel ja teistest Maa sees toimuvatest protsessidest tekkiv soojus.

Kui geotermiline soojusaste oleks ühtlane kuni Maa keskpaigani, siis peaks seal valitsema ligi 190 000°-ne temperatuur. Teadlaste arvates ei ulatu see aga üle 2000—10 000°, püsides tõenäoliselt 5000° piirides. Selles temperatuuris on kõik meile tuntud ained gaasilises olekus. Samasugune olukord peaks valitsema ka Maakera sisemuses. Maa tihedus

5,52 aga näitab, et aineil ta sisemuses on hoopis suurem erikaal, kui meile tuntud pinnalähedastel kivimitel. Samuti ilmneb maavärinate puhul, et Maa on kõva elastne keha, mis koosneb reast üksteisele asetatud õõneskerataolistest kestadest; neil on erinev tihedus ja paiguti järsk omavaheline üleminek (joon. 2).



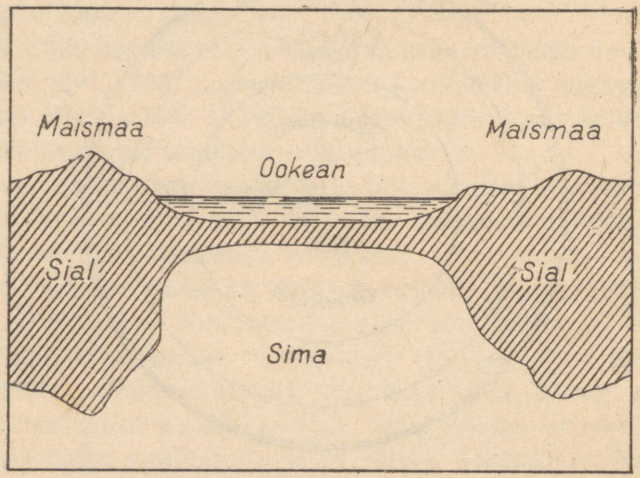
Joonis 2. Maa tihedusvööndid.

Välist, 1200 km paksust kesta nimetatakse litosfääriks. Selle pealmine osa koosneb eeskätt räni (Si) ja alumiiniumi (Al) ühendeist ning kannab seetõttu Sial-kihi nimetust. Sialist, mille erikaal on 2,6—2,8, koosnevad mannermassid; ookeanide kohal on Sial õhuke. Mandrid on sukeldunud plastilisse Sima- (eeskätt räni- ja magneesiumiühendite) kihti (joon. 3). Viimases tõuseb surve üle 20 000 at ja temperatuur üle 1000°. Sima erikaal on 3—3,2. Sial- ja Sima-kihi kogupaksust arvatakse 60—85 km. Simast kuni

litosfääri alumise piirini asuvad ülialuselised massid, millede erikaal on veelgi suurem.

Litosfäärile järgneb vahevöönd, mille paksus on 1700 km, ulatudes 2900 km sügavuseni maapinnast; selle erikaal on 4,5—6,5, kuna surve tõuseb alumises osas 1—1,5 miljoni at-ni.

Vahevööndist ümbritsetud 3500-km raadiusega Maa süda ehk barüsfäär koosneb teadlaste arvates pea-



Joonis 3. Sial- ja Sima-kihi paksus ookeani ja mandrite kohal.

miselt rauast (Fe, üle 90%) ja niklist (Ni, 8,5%); ta kannab Nife nimetust. Tema erikaal on 8—11 vahel ja surve siseosades kuni 3 milj. at.

Tegelikult tunneme meie ainult 16 km paksuse maakoore pealmise kihi kivimilist koostist. Maa siseosades asuvate ühendite esinemise ja koostise suhtes tehakse oletusi maailmaruumist meieni jõudnud meteoriitide põhjal, mida peetakse endiste purunenud taevakehade kildudeks. Näiteks on Maa südame

koostise suhtes tehtud oletus nikkelrauast koosnevate raudmeteoriitide põhjal.

Meil puudub võimalus tekitada kunstlikult niisugust suurt survet, nagu see valitseb Maa sisemuses; samuti ei saa ka uurida ainet neis tingimustes. Seepärast on meile tundmatu Maa siseosades oleva aine olek. Arvatakse, et seal valitseva kõrge surve puhul ei või see olla vedel ega gaasiline, ka mitte kristalne, vaid amorfne — klaasjas.

3. Pinnavormid.

Pärast jahtumist kattus suurem osa maakoorest veega. Nõnda tekkis vesikond ehk hüdrosfäär ookeanide ja nende juurde kuuluvate meredega. Maismaana püsima jäänud maakoore osadest aga kujunesid mandrid ja saared.

Maismaa pinnaehitus ei ole ühtlane, samuti kui maismaa üksikute osade kõrgus meretasemest on erinev.

Maa-alad, mis on meretasemest madalamal, on *alamikud* ehk *depressioonid*. Maailma suurim alamik asub Kaspia merest põhja pool, (Kaspia nõgu), ja sügavaim — Palestiinas Surnumere ääres. Neist esimene ulatub 28 m ja teine 394 m allapoole ookeani pinda. Alamikkude hulka kuulub ka Hollandi rannik, mis on kaitstud üleujutuste vastu mere poolt luidete ja tammide vööndiga.

Maa-alasid, mis ulatuvad kuni 200 m üle meretaseme, nimetatakse *madalikeks*. Suuremate madalikkudena esinevad Ida-Euroopa, Lääne- ja Kesk-Euroopa põhjapoolne osa, Lääne-Siber, enamik Amazonase jõgikonnast jne.

Maa-alad, mis kerkivad 200—1500 m üle meretaseme, on *keskmikud*, näiteks suurem osa Siberist, Dekkan, Iraan, Araabia, Pürenee poolsaar, Lääne-Austraalia, Brasiilia mägismaa jne.

Maa-alasid, mis ulatuvad enam kui 1500 m üle meretaseme, tuntakse *kõrgmiku* nime all. Siia kuuluvad esijoones noo-

red kurdmäestikud, nagu Himaalaja, Alpid, Kaukasus, Karpaadid, Püreneed, Kordiljeerid, Andid, aga ka mitmed geoloogiliselt vanemad mäestikud ja mägismaad, näiteks Tienšan, Altai, Pamiir, Tiibet jne.

Maismaa pinnaehitust iseloomustavad pinnavormid, mis jagunevad positiivseiks pinnavormideks ehk *kõrgendikeks* ja negatiivseiks pinnavormideks ehk *lohkudeks*. Nii ühed kui ka teised tekivad maakoore siirete, kuhjumise ja kulutamise teel. Tasase pinnamoega ala kannab *tasandiku* nimetust.

Siirete tulemuseks on mäeahelikkude ja neid lahutavate orgude tekkimine kurrutustel ning maapangaste kõrgemale kerkimine või allapoole laskumine ümbruse pinnast murrangute puhul.

Kuhjumisvormidest on tuntuimad mannerjää või jääliustike ning nende sulamisvete poolt kokkukantud moreenmoodustised otsmoreenide, voorte ja vallseljakute näol. Tekkelt kuuluvad kuhjumisvormide rühma ka liivakuhjatised (näiteks luited) ja tulemäed (vulkaanid). Kõigi nimetatud vormide rühmiti ja tiheda esinemise puhul jäävad nende vahele mitmesuguse kujuga lohud.

Kulutamine on seotud eeskätt lohkude tekkimisega, kuid omab tähtsust ka positiivsete pinnavormide kujunemisel: vooluveed võivad oma üha laieneva ja tiheneva orgudevõrgu abil liigestada tasase lavamaa üksikuiks järsunõlvalisteks lavakõrgendikeks. Üheks niisuguseks näiteks on Saksi Šveits (Elbe jõe ülemjooksul), kus aluspõhja liivakivi püstlõhedes toimuv murenemine on omakorda eraldanud lavakõrgendike nõlvadest mitmesuguse kujuga sambaid, torne, kaari, looduslikke sildu jne.

Pinnavormidest õige pildi saamiseks ja nende liigitamiseks peame teadma nende kõrgussuhteid ja väliskuju.

On olemas kaks kõrguse määramise viisi, üks neist võtab aluseks meretaseme ja teine ümbruse pinna.

Lähtudes kõrguse mõõtmisel meretasemest, saame *iselise ehk absoluutse kõrguse*, mida kasutatakse füüsilis-geograafilistel kaartidel ja geograafilises kirjanduses pinnaehituse käsitlustes.

Võttes kõrguse määramisel aluseks ümbruse pinna, saame *suhtelise ehk relatiivse kõrguse*. Looduses näemegi eeskätt ainult viimast (erandina esinevad vaid rannaäärsed alad), ja just temast sõltub pinnaehituse mitmekesisus.

Eesti NSV-s valitsevate väikeste suhteliste kõrguste tõttu nimetatakse meil geograafias *mägedeks* neid kõrgendikke, mis ulatuvad enam kui 50 m üle ümbruse pinna (Suur-Munamägi, Vällamägi, Hobustemägi). Suurem osa rahvasuus „mägedena" tuntud kõrgendikke kuulub *küngaste* (suhteline kõrgus kuni 50 m) hulka.

Kõrgendike väliskujule on mõõduandvad nende põhijoonis, piki- ja ristprofiil ning nõlvade kaldenurk.

Kõrgendikke enam-vähem ümmarguse põhijoonisega nimetatakse *latvkõrgendikeks*. Viimased jagunevad omakorda *kühmadeks* ja *kupliteks*. Neist esimestel on nõlvade kaldenurk alla 10°, teistel aga suurem kui 10°. Lamedad ja võrdlemisi järsunõlvalised kuplid on tähtsaimad pinnavormid meie Haanja ja Otepää otsmoreenkuhjatistes.

Pikliku, ovaalse põhijoonisega kõrgendikud kannavad *selgkõrgendiku* nimetust. Neist on *künniste* nõlvade kaldenurk väiksem kui 10°, *seljakuil* aga üle 10°. Selgkõrgendike rühma kuuluvad näiteks voored, mis on kaetud viljaka põhimoreeniga. Et nende nõlvade kallakus pole eriti suur, siis on nad põllustatud. Pikitelje suunas tugevasti väljavenitatud ning järsunõlvaliste seljakutena esinevad meil vallseljakud.

Kui kõrgendike latv kujutab endast tasast lava, siis on meil tegemist *lavakõrgendikega*. Seejuures võib nende põhijoonis olla mitmesugune — niihästi ümmargune kui ka piklik. Lavakõrgendikena tuleb mainida mitmeid endisi linnuseid, näiteks Irus, Otepääl ja mujal. Arvatavasti on neis

kohtades mäe ladva tasandamisel olnud tegevuses ka inimese käsi. Krimmi mäestiku lõunapoolseima, s. o. kõrgeima aheliku latv kujutab endast kuni 7 km laiust tasast lava (jaila).

Omapäraseid pinnavorme on a s t a n g enam-vähem järsu ja kõrge üleminekuna ühelt maapinna kõrguselt teisele. Ta tekib kas murrangute, käändude või kulutuse tagajärjel. Astanguna esineb meil paekallas (pank), mis ulatub piki Põhjarannikut Pakri poolsaarest Narvani. Üksikuid panku (rannajärsakuid) leidub ka Saaremaal ja Muhus.

Need on tähtsamad positiivsete pinnavormide rühmad Nõukogude Eestis.

Lohud liigitatakse s u l g - ja a v a l - o h k u d e k s. Esimesed neist on ümberringi veerudega piiratud. Eesti NSV-s leidub sulglohke rohkesti moreenkuhjatiste alal, sageli väikese järvega põhjas.

Avalohku piiravad veerud kahelt poolt, kuna otsad on avatud. Ristprofiili järgi jagunevad nad s ä l k -, l a m m - ja m o l d o r g u d e k s.

S ä l k o r u veerud kohtuvad oru põhjas terava nurga all; tema ristprofiil on V-kujuline.

L a m m o r u põhi moodustab tasase lammi, mille servadelt kerkivad veerud märgatava nurga all. Ristprofiil on ¯_/¯ kujuline.

M o l d o r u lamm läheb märkamatult üle veerudeks. Ta ristprofiil on ∪ kujuline.

Eesti NSV-s on pehmema aluspõhja ja pinnakatte tõttu rohkem orgusid lõunaosas. Kõik meie suuremad orud on uuristatud mannerjää sulamisvete poolt.

Tavaliselt esinevad pinnavormid rühmadena. Kõrgendikud on koondunud kõrgustikuks, orud orustikuks jne.

Alad, kus puuduvad märgatavad positiivsed või negatiivsed pinnavormid, on t a s a n d i k u d. Ulatuslikumaid tasandikke leidub võrdlemisi harva.

Esineb tasandikul madalamate kõrgendike rühmi, siis on

meil tegemist l a u s k m a a g a — juhul, kui ta asub alamikus või madalikul (Ida-Euroopa lauskmaa). On ta aga keskmikul või kõrgmikul, siis nimetatakse teda k i l t m a a k s (Kesk-Siberi kiltmaa).

Moodustub maa-ala kõrgemaist mägedest või mäeahelikest, siis kannab ta m ä e s t i k u nime. Keskmiku piirides asub keskmäestik (Krimmi mäed), kõrgmikku ulatub kõrgmäestik (Kaukasus, Alpid).

Kui mäed ei kulge ahelastikuna, vaid katavad laialdast maa-ala, siis nimetatakse viimast m ä g i s m a a k s (Tiibet, Pamiir).

Pinnavormid pole püsivad, nad arenevad alalõpmata — tekivad, kuluvad, muutuvad ja kaovad. Nende kujundamisel on tegevad Maas peituvad sisejõud ja tema pinnal tegutsevad välisjõud.

Tuntuimad vene ja nõukogude maadeuurijad.

Tuntud välismaiste meresõitjate ja maadeuurijate nagu Marco Polo, C. Kolumbuse, Vasco da Gama, F. Magalhãesi, J. Cook'i, A. Humboldti, R. Amundseni, F. Nanseni jt. kõrvale võime uhkusega seada rea vene ja nõukogude maadeuurijate ja meresõitjate nimesid, kellede teened inimkonnale ja teadusele ei ole väiksemad kui eespoolnimetatute omad.

Piirdume antud peatükis vaid nende vene ja nõukogude tuntumate avastajate ja teadlastega, kes on tegelnud eeskätt mandrite siseosade tundmaõppimisega, kuna meresõitjad tulevad käsitlusele hiljem maailmamerd puudutavas peatükis.

Esimeses järjekorras tuleb mainida Aasia uurijaid. 1466.—1472. a. teostas esimese venelasena India reisi Tverist pärit kaupmees Afanassi Nikitin. Ta alustas oma teekonda Volgat mööda, ületas Kaspia, rändas läbi Iraani Pärsia lahe äärde ja sõitis sealt merd kaudu Indiasse, kus ta sooritas matka läbi maa keskosa. Tagasisõit toimus jällegi mereteed

kaudu ning läbi Iraani ja Türgimaa. Oma tähelepanekud avaldas ta raamatus „Retk kolme mere taha".

Siberi avastajana tuleb nimetada kasakat Jermakki, kes tegutses seal 1581.—1584. aastani. Jermaki avastused panid aluse Siberi edasisele uurimisele, mis kestis pidevalt kuni 1639. aastani, mil kasakas Ivan Moskvitin jõudis esimesena Vaikse Ookeani rannikule. 1697. a. avastas kasakas Vladimir Atlassov Kamtšatka ja põhjapoolseima saare Kuriili saarestikust. Hilisemaist Siberi uurijaist olgu mainitud V. Bering (1725—1730), S. Krašennikov (1736.—1741. a. Kamtšatkas) ja P. Kropotkin (1863. a. Ida-Siberis).

Kesk-Aasia uurijaist on tuntuim P. Semjonov Tjan-Šanski, kes 1856.—1858. a. tungis esimesena Tienšani mäestiku sise-osadesse, avastas Khan-Tengri mäetipu, Issõk-Kuli järve, Sõr-Darja ülemjooksu ja andis esimese tõepärase kujutuse Tienšanist. Kesk-Aasia uurimise alal on suured teened N. Severtsovil (1857. a.) ja A. Fedtšenkol (1869.—1871. a.)

Sise-Aasia uurimise alal on esikoht M. Prževalskil, kes oma nelja ekspeditsiooni kestel (1870.—1888. a.) käis Ida-Mongoolias, Kašgaarias, Džungaarias, Tienšani idaosas, Hoangho, Jangtsekiangi ülemjooksul ning Kesk- ja Lääne-Kuenlunis. N. Prževalski teostas uurimistöid ka Primorjes.

G. Potanin alustas oma uurimisretki Mongooliasse, Hiinasse ja Tiibetisse 1876. aastal ning sooritas 16 aasta kestel neli suuremat ekspeditsiooni nimetatud maadesse.

Ameerika uurijaist mainitagu V. Beringit ja A. Tširikovi, kes 1741. a. avastasid Alaska ja rea Aleuudi saari.

1839.—1844. a. uuris leitnant L. Zagoskin Alaska sisemaad Yukoni jõgikonnas.

G. Šelehhov avastas rea saari Põhja-Ameerika looderannikul, asutas esimese vene koloonia Kadiaki saarele ja rajas „Vene-Ameerika Kompanii" kaubavahetuseks nimetatud maade vahel.

1873.—1875. a. teostas kuulus vene geograaf ja klimato-

loog A. Vojeikov Ameerikas uurimistöid materjali kogumiseks oma raamatule „Maailma kliimad". Ta viibis Kanadas, USA-s, Mehhikos, Amazonase madalikul, Andides ja mujal. Rööbiti klimatoloogiliste vaatlustega sooritas Vojeikov ka geograafilisi vaatlusi.

1880. aastate lõpul sõitis A. Jonin mereteel peaaegu ümber kogu Lõuna-Ameerika ning läbis mandri piki Amazonase jõge. Ta avaldas oma vaatlused neljaköitelise teosena.

1895.—1896. a. teostas botaanik N. Albov uurimistöid Tulemaal ning 1903.—1904. a. N. Krjukov Argentiinas.

1925.—1926. a. töötas nõukogude ekspeditsioon Lõuna-Ameerikas J. Voronovi juhtimisel kautšukitaimede uurimisel, kusjuures rööbiti teostati ka etnograafilisi vaatlusi.

Aafrika uurijaist olgu eelkõige nimetatud Kovalevski, kes toimetas uurimisi Sise-Aafrikas, alates 1847. aastast.

1875.—1887. a. tegutses uurimistöödega Liibüa kõrbes, Sudaanis ja ekvatoriaalses Aafrikas Junker, kes osa oma rikkalikest kollektsioonidest saatis Vene Teaduste Akadeemiale. Abessiinia uurimisega tegeles 1893. a. Artamanov.

Austraalia uurijaist on tuntuim N. Mikluhha-Maklai, kes 1871.—1887. a. vahemikus külastas viis korda Uus-Guinead, viibides seal ajuti pikemat aega. Muide teostas Mikluhha-Maklai uurimisi ka Lõuna-Ameerika lõunaosas.

Nõukogude teadlasist-geograafidest käesoleval silmapilgul olgu nimetatud akadeemikud L. Berg (sünd. 1876), NSVL Geograafia Seltsi esimees, ja A. Grigorjev (sünd. 1883), NSVL Teaduste Akadeemia Geograafia Instituudi direktor, Moskva Ülikooli professor N. Baranski (sünd. 1881) ja geograafiateaduste doktor I. Papanin (sünd. 1894) — tuntud polaaruurija, NSVL Geograafia Seltsi Moskva filiaali esimees jt.

II. Maapinda teisendavad tegurid.
Sisejõudude toime.

1. Vulkanism.

Alati on vulkaanilised pursked oma hävitava toime ja kohutava, kuid ühtlasi suurepärase ja võimsa vaatepildiga jätnud inimestesse unustamatu mulje. Madalamal kultuuritasemel seisvad rahvad, tundmata vulkanismi tõelisi põhjuseid, pidasid selle esilekutsujaks jumalate või maa-aluste vaimude tegevust.

Tänapäeva vulkaanilised nähtused on seotud eeskätt tulemägedega.

Euroopas on tuntuimaks tulemäeks Lõuna-Itaalias Napoli linna lähedal asuv Vesuuv. Vesuuv on kuhikutaoline, jalami suunas laugemaks muutuv kõrgendik, mida piirab kirde poolt kunagisest purskest purustatud endise kuhiku poolkaarjas jäänus — Monte Somma.

Vesuuv, nagu enamik teisigi vulkaane, ei tegutse pidevalt, vaid tema purskeperioodid vahelduvad pikemate või lühemate soikeperioodidega. Kuni 79. aastani m. a. j. ei peetud Vesuuvi üldse tegevaks tulemäeks, seega ka mitte ohtlikuks, ning tema nõlvad ja ümbrus olid tihedasti asustatud. Tähendatud aastal toimus Vesuuvi purse, mille kohta on säilinud andmed tänapäevani. Selle tulemusel hävisid purskeainete alla mattudes Pompeji, Herculanumi ja Stabia linn.

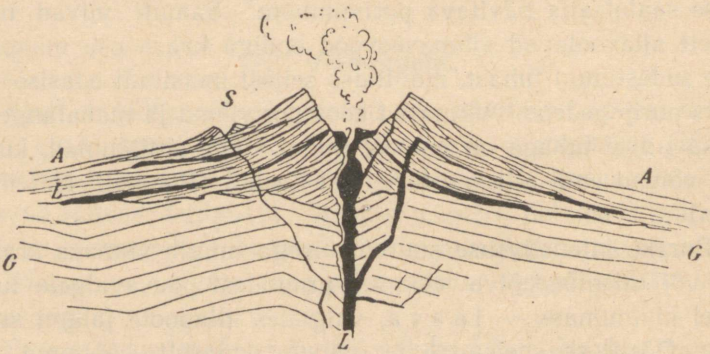
Vesuuvi ja rea teiste tulemägede tegevuse alguse ennustajaks on tugevast maa-alusest mürinast saadetud kohalik

maavärin. Selle järel kerkib vulkaani kraatrist — lehtritaolisest süvendist kuhiku tipul — veeauru ja gaaside pilv, mis tõuseb mõnikord mitme kilomeetri kõrgusele, laiudes seal piinia- (Vahemeremaade männi) taoliselt. Koos veeauru ja gaasidega paisatakse tulemäest välja peenikest vulkaanilist tuhka, väikesi, kuni kreeka pähkli suurusi kivikesi „lapille" ja suuremaid rahne — vulkaanilisi pomme, mis mõnikord on kuni sadu tonne rasked. Ülal tiheneb veeaur veeks, seguneb seal tuhaga ja sajab ägeda pikse saatel alla hävitava porivihmana. Samuti viivad nõlvadelt allavoolavad vihmaveevood endiga kaasa osa maapinnale sadestunud tuhast, muutudes sellest metsikult edasisööstvaiks porijõgedeks. Viimased koos porivihma ja mahalangeva vulkaanilise tuhaga on pursete puhul kõige ohtlikumad, kuna nad võivad endi alla matta terved asulad (Pompeji, Herculanum).

Purske intensiivsuse suurenemisega tungib viimaks kraatrist või tulemäe nõlva tekkinud pragudest päevavalgele tulivedel kivimimass — laava, valgudes allapoole jalami suunas. Öösiti see helendab ja paneb punaselt hõõguma ka auru- ja gaasisamba vulkaani kohal. Pärast laavapurset hakkab tulemäe tegevus järk-järgult vaibuma.

Laava — maapinnale jõudnud magma — tungib välja lõõri kaudu, mis algab magmakoldest ja lõpeb kraatriga (joon. 4). Seda teed mööda esimestena sügavusest hiigeljõuga ülespoole sööstvad gaasid on oma tõugetega kohaliku maavärina põhjustajad. Nende poolt kaasahaaratud ja pihustatud laavaosakesed moodustavad osa vulkaanilisest tuhast, kuna teine osa sellest koosneb lõõrist ja kraatrist lahtirebitud kivimite peenest purust. Lapillid ja vulkaanilised pommid tekivad gaaside survel ülespaisatud ja õhus tardunud laavatompudest või sügavusest maapinnale sööstvate gaaside poolt lahtirebitud aluspõhjamaterjalist ning purske alguseni kraatrit sulgenud tardunud laavatropi tükkidest.

Hoopis teisiti toimub Havai saartel tegutsevate vulkaanide purse. Neist ühe, Kilauea kraatris asub laavajärv, mis on täidetud alalõpmata pulbitseva ja mõne meetri kõrguste sammastena ülespaiskuva laavaga. Aeg-ajalt kerkib viimane tavalisest tasemest kõrgemale ja valgub üle kraatri serva hiiglavoogudena allapoole. Mõnikord saavutavad niisugused laavavood 50—60-km pikkuse ja 2,5—4,5-km laiuse. Kogu see protsess kulgeb enam-vähem rahulikult, tormiliste reaktsioonideta, ilma massilise veeauru ja gaasi eraldumiseta. Kilauea



Joonis 4. Vulkaani skeem. *G* — aluspõhi, *A* — vulkaaniliste purskeainete kihid, *L* — lõõri ja lõhesid täitev laava, *S* — kõrvalkraater (peakraater asub lõõri ülaosas).

sarnaselt tegutseb ka teine Havai hiigelvulkaan Mauna Loa, mille kraatri pikkus on 13 km ja laius 10 km.

Kirjeldatud erinevus Vesuuvi ja Havai tüüpi tulemägede vahel põhjeneb nende laava omadustel. Vesuuvi-taoliste vulkaanide laava on happeline, suhteliselt madala temperatuuriga (1000—1100°), sitke ja gaasirikas. Havai tüüpi tulemägede laava on aluseline, kõrgema temperatuuriga (1200—1300°), vedel ja gaasivaene; sellest ongi tingitud nende vulkaanide rahulikum tegutsemine.

Esineb vulkaane, millede laava sisaldab sellisel hulgal gaase, et nende eraldumine purskel sünnib ränga plahvatuse

näol, mis võib olla raskete katastroofide põhjustajaks. 1883. a. hävis Krakatau purske puhul $^2/_3$ saarest, millel tulemägi asub, ja umbes 22-km^2 maa-ala asendus merega. Õhku paisati 18 km^3 peenmaterjali; tuhk tõusis kuni 80 km kõrgusele, püsides seal aastaid. Plahvatuse mõjul tekkisid merel 15—30 m kõrgused lained, mis ujutasid üle naabersaarte rannikud. Plahvatuse müra oli kuulda 3400 km kaugusele — $^1/_{15}$-le tervest Maakera pinnast, kuna plahvatusest esilekutsutud õhulaine käis 3 korda ümber ekvaatori. Katastroofi ohvriks langes 40 000 inimest Jaava ja Sumatra saarel.

Väike-Antilli saarestikus Martinique'i saarel asuva tulemäe Mont Pelé purskel 1902. a. oli laava sedavõrd sitke, et ta suruti kraatrist välja üle 400 m kõrguse sambana, mis hiljem lagunes. Gaasid koos tuha ja peenemate kividega murdsid endile tee läbi vulkaani külje, kust valgusid alla mööda mäenõlva kuuma, üha laieneva veermena 8 km eemal asuvale Saint Pierre'i linnale, hävitades kogu selle elanikkonna — 30 000 inimest. Eluga pääses vaid 2 inimest.

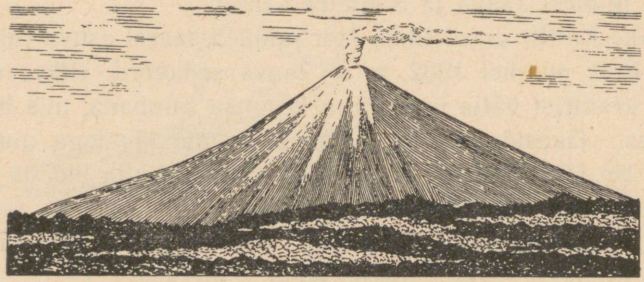
Islandi saarel esineb veel tänapäeval lõhesid kaudu toimuvaid vulkaanilisi purskeid, mis on vulkanismi ürgsemaid vorme. Sel teel tekib ulatuslikke laavakatteid. 1783. a. tungis läbi 25 km pikkuse Lakilõhe maapinnale ligi 12,5 km^3 laavat.

Raugeva vulkanismi tunnuseks on fumaroolide, solfataaride, mofettide ja geiserite tegevus. Neist eraldavad kolm esimest ainult gaase, kuna laavapurskeid enam ei esine. Kuumimad on fumaroolidest väljuvad gaasid ja jahedaimad — mofettide omad. Solfataaridest eralduvate gaaside seas on esikohal väävliühendid, mofettide omas — süsinikkahelishapend.

Geiserid on kuumavee-purskallikad, millede esinemine on samuti seotud vulkaaniliste aladega.

Vulkaanid on kuhjatisvormid, millede kuju ei sõltu nende all asuva maapinna reljeefist. Nad on üles ehitatud lõõri kaudu väljaheidetud ja selle ümber kuhjunud purskeaineist. Esineb kihilisi ja kihitamata tulemägesid. Kihilised tulemäed koosnevad vahelduvaist vulkaanilise tufi ja

laava kihtidest ning kuuluvad maailma suurimate vulkaanide hulka, nagu näiteks Etna (3274 m), Vesuuv (1300 m), Kljutševskaja Sopka (4778 m) (joon. 5) jt. Kihitamata tulemägede koostis on ühtlane: nad koosnevad kas tahkeist purskeaineist või tardunud laavast. Neist on tahkeist purskeaineist kuhikud kõige järsemad (30—40°), kuid need ei kujune eriti suureks. Siia kuuluvad Pico tulemägi Assoori saartel ja Monte Nuovo Napoli lähedal. Viimane kerkis üles ühe ööpäeva kestel.



Joonis 5. Kljutševskaja Sopka.

Võrdlemisi järsud on ka sitkest happelisest laavast kuhjunud vulkaanid (nn. Pelé tüüp). Kõige lamedamad on vedelast aluselisest laavast tekkinud kilbikujulised hiigelkuhikud. Havai tulemägede nõlvade kalle on ainult 4,4—6,8°, aga kõrgeimad kuhikud ulatuvad enam kui 4 km üle meretaseme.

Tänapäeval tuntakse umbes 450 tegevat ja ligikaudu 4000 kustunud tulemäge. Suurem osa neist on koondunud rõngana ümber Vaikse ookeani — Alaskast Patagooniani ning Kamtšatkast Uus-Meremaani. Kokku on siin 353 tegevat tulemäge, nende seas maailma suurimad. Eriti rikkalikult esineb vulkaane Jaava saarel, Jaapanis, Kuriili saarestikus, Kamtšatkas ja Kesk-Ameerikas. Koguni Antarktise igilume ja -jää keskel on 2 tulemäge — Erebus ja Terror. Teiseks vulkaanide tihendus-

keskuseks on Atlandi ookeani piirkond — Vahemeri ja Lääne-India saarestik ning piki Atlandi ookeani põhjast lõunasse suunduv saarte ja saarestike ahelik Jan Mayenist Tristan d'Acunhani. Selles vööndis on tulemägede poolest rikkaim Islandi saar oma üle 20 tegeva ja üle 100 kustunud tulemäega. Kolmandaks vulkaanide levimispiirkonnaks on Ida-Aafrika suur murrangute ala koos Lääne-Araabiaga. Kustunud tulemägedest on siin tuntuimad Kilimandžaaro ja Kenia ning tegevaist Kirunga.

Kõik loetletud alad elasid lähemas geoloogilises minevikus läbi intensiivseid tektoonilisi protsesse kurrutuste ja murrangute näol, mis pole vaibunud veel tänapäevalgi. Need nähtused põhjustasid sügavamal maakoores paiguti rõhu vähenemist, mille tulemuseks oli kõrge temperatuuriga kivimite vedeldumine neis kohtades. Nii tekkisid perifeersed magmakolded, milledest magma temast eralduvate gaaside survel hakkas tungima koos gaasidega lõhesid pidi ülespoole. Jõudnud gaaside poolt murtud lõõri kaudu laavana maapinnale, sai ta seal vulkaaniliste nähtuste põhjustajaks.

2. Tardkivimid.

Tulemägede kaudu laavana maapinnale tunginud ja siin laialivalgunud magmamassid kattuvad juba mõne päeva pärast paarikümne sentimeetri paksuse kõva koorikuga, mille all jätkub välispinna omast märksa aeglasem tulikuuma sisemuse jahtumine. Lõpuks tardub aja jooksul kogu väljavoolanud laavamass tahkeks kivimiks.

Maakoore välispinnal tardub magma suhteliselt madala temperatuuri ja normaalse õhurõhu juures. Neis tingimustes toimub tardumine kiiresti, nii et magma diferentseerumine, s. o. üksikute mineraalide eraldumine ja väljakristalliseerumine vedelas kivimassis pole täielik. Niiviisi tekivad klaasjad, urbsed, peenekristallilised või p o r f ü ü r s e d kivimid. Klaasja

ehitusega on näiteks tumedavärviline, peamiselt ränihapendit sisaldav obsidiaan ehk vulkaaniline klaas. Urbne, vahustruktuuriga on gaasirikkast laavast, kindla mineraloogilise koostiseta, silikaatide hulka kuuluv hele pimsskivi, mille erikaal on vaid 0,4—0,9, mistõttu ta ujub vee peal. Teda kasutatakse puhastamis- ja lihvimisvahendina. Krakatau purske puhul 1883. a. tekkisid pimsskivist terved ujuvad saared, mis ulatusid 2 m üle veepinna ja olid takistuseks laevasõidule. Porfüürseil kivimeil on peenekristallilises põhimassis suletistena mõne mineraali suured ja hästi väljakujunenud kristallid, kvartsporfüüril näiteks kvartsi ja päevakivi kristallid.

Tulemägede pursetest saadud kivimid kuuluvad vulkaaniliste ehk purskekivimite hulka, kaasa arvatud ka vulkaanilised tufid, mis tekivad tahkeist purskeaineist: tuhast, lapillidest ja pommidest.

Mitte kõik sügavusest üleskerkiv magma ei jõua maapinnale. Osa temast tardub lõhedes, tühemikes, kihtidevahelistes ruumides jne. Kui seesuguse maapõues tardunud magmamassi ulatus on rõhtsuunas mõnest kilomeetrist kuni mõnekümne kilomeetrini ja selle aluspõhi on kättesaamatu, siis nimetatakse seda batoliidiks. Batoliidid tekivad magma valgumisel maakoore siiretel tekkinud tühemikesse, samuti kõrgemal asuvate kihtide väljatõrjumisel — nende ärasulatamise teel — ning asendamisel sügavusest ülestungiva magma poolt. Surutakse aga magma raskestiläbitavate kivimite all asuvate maakoore kihtide vahele, kus ta hiljem tardub, siis saame leivapätsi- või läätsekujulise lakoliidi. Seda katvad maapinna pealmised kihid on võlvina üles kummitud. Nende ärakulumisel tuleb lakoliit päevavalgele. Seesuguste lakoliitidena esinevad Beštau, Mašuk ja Železnaja mäed Põhja-Kaukaasias.

Maasügavuses magma tardumisel tekkinud kivimid arvatakse plutooniliste ehk süvakivimite gruppi. Tardumine sünnib seal kõrge temperatuuri ja kõrge rõhu juures, mistõttu magma jahtub aeglaselt. Seepärast on sel juhul

ka üksikute mineraalide eraldumine ehk diferentseerumine täielik, ja kõik tekkinud kivimid omandavad ühtlase kristalse struktuuri. Purske- ja süvakivimid arvatakse tardkivimite rühma, sest nende mõlemate päritolu on seotud magma tardumisega.

Magma on sitke või tulivedel ülikeerukas silikaatide suland, milles esikohal on alumiinium-, raud-, leelismetallide ja leelismuldmetallide silikaadid. Peale selle sisaldub magmas lahustunud olekus mitmesuguseid gaase ja lenduvaid ühendeid.

Magma koostis pole kõikjal ühtlane. Paiguti esineb temas rikkalikult vaba ränihapendit — see on happeline magma; paiguti puudub vaba ränihapend hoopis — siis on meil tegemist keskse või aluselise magmaga. Vastavalt sellele on ka magmast tekkinud kivimite keemiline koostis erinev.

Happeliste purskekivimite hulka kuulub päevakivi, vilku, amfibooli jt. mineraale sisaldav liparIit — porfüürne, väga hele ja läikiv tardkivim. Happelise süvakivimina esineb graniit, mis koosneb kvartsi, vilgu ja päevakivi teradest. Rabekivi on graniidi porfüürne teisend — tema peeneteralises graniitjas põhimassis on suletistena suured päevakivikristallid.

Keskse (neutraalse) purskekivimina mainitagu vilgust ja päevakivist koosnevat porfüürset trahhüüti ja keskse süvakivimina sama koostisega kristalset süeniiti.

Aluselise purskekivimina on kõigile tuntud basalt — peeneteraline, tume kuni must, päevakivi, oliviini, augiiti jt. mineraale sisaldav kivim. Ta moodustab ulatuslikke vulkaanilisi katteid Islandil, Gröönimaal, Põhja-Ameerikas, Indias, Kesk-Siberis, Taga-Kaukaasias ja mujal. Süvakivimina vastab basaldile sama koostisega tumedavärviline gabro.

Tardkivimeis esineb sageli maavarasid. Kulla, tina, mangaani, volframi, molübdeeni, radioaktiivsete ja haruldaste metallide leiukohad on seotud happeliste kivimitega; plaatina, kroomraud jt. esinevad aga aluselistes kivimites (näiteks Uuralis).

Oma vastupidavuse tõttu kasutatakse tardkivimeid ehitus- ja sillutustöödel, monumentideks jne.

Tardkivimite hulka kuulub ka osa meile mannerjää poolt kantud rändrahnudest.

3. Maavärinad.

Maavärinad kuuluvad nende loodusnähtuste hulka, millede esinemine põhjustab mõnikord ränki katastroofe. Tugevate maakoore vappumiste puhul pragunevad või varisevad kokku ehitised, hävivad terved linnad, hukkuvad kümned kuni sajad tuhanded elanikud ja jäävad peavarjuta miljonid inimesed. Väikese ülevaate selle kohta annavad järgnevad näited. Säilinud teadete järgi langes Hiinas maavärinate ohvriks 1556. a. 830 000, 1662. a. 300 000 ja 1920. a. 200 000 inimelu. Lissabonis sai 1755. a. maavärina läbi surma üle 32 000 inimese, Kalaabrias (Lõuna-Itaalias) 1783. a. 100 000, Messiinas (Sitsiilia saarel) 1908. a. 83 000 ja Jaapanis 1923. a. üle 140 000 inimese. Messiina maavärin hävitas 1908. a. Messiina linna koos mitme naaberlinnaga, Jaapani 1923. a. maavärin purustas suurema osa Tokio ja Jokohama linnast ning rea ümberkaudseid linnu. Hävitustööd suurendavad omalt poolt merepõhja võnkumisest tekkinud hiigellained, mis ujutavad üle ranniku, nagu see juhtus Lissaboni, Messiina ja Jaapani 1923. a. maavärina puhul.

Suuremaid maavärinaid NSV Liidus oli ööl vastu 6. oktoobrit 1948. a. Kopet-Dagi piirkonnas, mis kahjustas ka Ašhabadi linna, põhjustades seal hoonete kokkuvarisemist ja nõudes inimohvreid. Kuna raudtee oli maavärina poolt purustatud, siis evakueeriti 6.—8. oktoobrini linnast haavatuid 120 transportlennuki abil, mis tõendab ilmekalt Nõukogude valitsuse hoolitsust oma kodanike eest.

Kohta, kust maavärin oma alguse saab, nimetatakse värina koldeks ehk hüpotsentriks. See asub

tavaliselt 10—40 km sügavusel maakoores, kuid võib üksikuil juhtudel olla kuni 800 km allpool maapinda. Siit levivad värinalained laiali igas suunas, niihästi Maa sees kui ka tema pinnal; pikilainete liikumiskiirus on keskmiselt 1,7 korda suurem kui ristlaineil. Sial-kihis liiguvad esimesed kuni 8 km ja teised kuni 4,4 km sekundis. Muide oleneb maavärinalainete liikumiskiirus tugevasti neid juhtiva kivimi omadustest.

Hüpotsentri kohal maapinnal asuvasse värina kesskusse ehk epitsentrisse tulevad lained otse alt üles ning samas (vertikaal-) suunas antakse ka tugevaim tõuge. Nii tekib epitsentris tõukeline maavärin, mis paiskab püstloodis üles lahtisi esemeid, ehitisi, suuremate ehitiste katuseid, tänavasillutise kive, mis lendavad kahurimürskudena, inimesi ja Lõuna-Ameerikas Riobamba maavärina puhul koguni laipu haudadest. Selles osas on värin kõige laastavam.

Epitsentris tekib saadud tõukest kolmas värinalainete liik — pindlained, mis levivad radiaalselt mööda Maakera pinda eemale epitsentrist, kus nad aegamööda vaibuvad. Niihästi pindlained kui ka piki- ja ristlained jõuavad epitsentrist kaugemal asuvaisse Maa välispinna punktidesse terava nurga all, nii et tõuge seal tuleb küljelt. Nõnda tekib lainjas maavärin, kus maapind kõigub lainetaoliselt, esemed paiskuvad ümber, seintesse tekivad praod, hooned varisevad kokku jne.

Maavärinate kestus on tavaliselt lühike — ainult mõnikümmend sekundit kuni mõned minutid. San Francisco purunes näiteks 3,5 minuti kestel; suurem osa Tokiost ja Jokohamast ning rida naaberlinnu hävisid 5 minuti jooksul jne.

Ainult väike osa maavärinaist omab niisugust purustavat toimet. Aasta jooksul registreeritavast kuni 80 000 värinast märkab inimene 6000, kuid purustavaid on nende seas ainult 145 ümber. Maavärinad jagatakse oma mõjult nõrkadeks, keskmisteks ja tugevateks. Nõrku värinaid saab kindlaks teha ainult tundlike aparaatide — seismo-

graafide abil, keskmised värinad on inimese poolt juba märgatavad. Nende mõjul hakkavad rippuvad esemed võnkuma, kellad helisema, vesi anumais üle serva loksuma; pendliga kellad jäävad seisma jne. Nad ei kutsu siiski veel esile purustusi. Tugevate värinate puhul paisatakse seisvad esemed



Joonis 6. Maavärina tagajärjel kooldunud rööpmed.

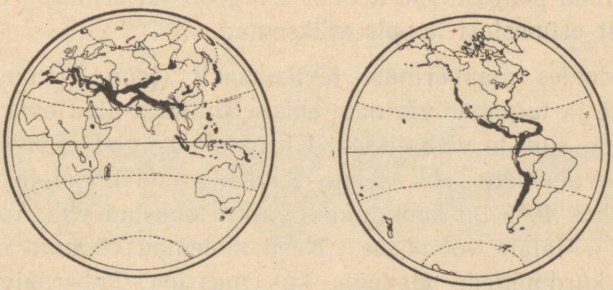
ümber, seintesse tekivad praod, krohv variseb alla, või saabub juba täielik katastroof.

Maavärinate tugevuse mõõtmiseks kasutatakse 12-astmelist astrikku. Selle esimesele astmele vastav värin ei ole inimese poolt veel märgatav, kümnenda astmega mõõdetav värin aga on juba purustav.

Maavärinaid registreerivaid täpseid, isekirjutavaid seismograafe hoitakse kaitseks soovimata kõrvalmõjude eest sügavais keldreis. Nende poolt üleskirjutatud seismo-

grammile märgitakse iga väikseimgi maapinna võnkumine selles paigas. Seismogrammide abil saab kindlaks määrata värina tugevuse ja hüpotsentri asukoha.

Maavärinatega koos esineb rida teisi nähtusi. Olgu neist mainitud mitmesugused kõla- ja valgusefektid, maalihked ja nende poolt esilekutsutud uputused, allikate kuivamine, jõgede ja järvede kadumine maa alla lõhesid kaudu, uute allikate ilmumine, maapinna lõhenemine, maapangaste nihkumine



Joonis 7. Maavärinate levimise kaart.

horisontaal- ja vertikaalsuunas jne. Erilist tähelepanu väärivad neist kaks viimastena nimetatud nähtust, kuna need aitavad selgitada maavärinate põhjuseid. Peatume nendel veidi pikemalt.

Kalaabria maavärinal 1783. a. tekkis terve lõhedevõrk, samuti pandi tähele pangaste nihkumist vertikaalsuunas kuni 4 m ulatuses. Jaapani 1891. a. suure maavärina ajal tekkis Neo jõe orus 105 km pikkune murrang — 20-m kõrgusvahega pangaste vahel lõhe kohal. Jaapani 1923. a. maavärina järel oli Sagami lahe põhi kohati vajunud 100—210 m, teisal tõusnud kuni 250 m. San Francisco maavärina ajal tekkinud ja rannikuga rööbiti kulgeva 700 km pikkuse lõhe merepoolsel küljel oli maapind nihkunud 3 m loode poole ja kerkinud kohati ühel lõhe poolel 4—5 m teisest kõrgemale.

Niisugust lõhede tekkimist ja maapangaste paigast nihkumist piki lõhesid võib pidada maakoores valitsenud ja järjest kasvanud tugeva pinge järsuks lahenduseks. Ühe kivimimassi järsk nihkumine teise suhtes tekitab tõukeid ja vapustusi maakoores, mis kutsuvad esile maavärina. Selliseid maakoore siiretest põhjustatud maavärinaid kutsutakse tektoonilisteks. Vulkaanilised maavärinad, mis tekivad tulemägede tegevusel, ja langatus-maavärinad, mida põhjustavad koobaste lagede varisemised, on oma ulatuselt esimestest hoopis väiksemad.

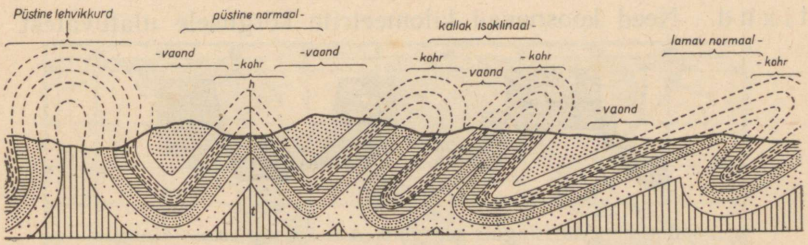
Vaadeldes maavärinate levikukaarti (joon. 7) näeme, et sagedate ja tugevate värinate ehk seismilised alad on koondatud kahte suurde vööndisse. Üle poole kõigist maavärinaist esineb Vahemere ehk Alpi—Kaukasuse—Himaalaja vööndis, umbes 40% on koondunud Vaikse ookeani ehk Andide—Jaapani—Malaia vööndisse. Need mõlemad vööndid ühtivad noorte kurdmägede aladega, kus masside ümberpaigutused maakoores pole veel kaugeltki lõppenud, vaid kestavad tänapäevalgi. Seega tõestab maavärinate levik omakorda väidet, et suuremate maavärinate tekkimise põhjuseks on maakoores toimuvad tektoonilised protsessid.

4. Kurrutused ja murrangud.

Jõgede orgudes, kuristikes, rannajärsakuil ja teistes looduslikes paljandeis võime jälgida kivimikihtide paigutust maakoores. Sedasama võimaldavad meile ka inimeste poolt teede läbikaevamisel, kaevandustes, murdudes ja mujal loodud kunstlikud paljandid. Neis paneme tähele, et tasasema pinnamoega maa-aladel lamavad kihid tavaliselt rõhtsalt või peaaegu rõhtsalt, lasudes üksteisel riita laotud vineertahvlite taoliselt. Mäestikes ja mägismail seevastu aga näeme, et siin on maapinna kihid kohati tugevasti kallakud, moodustades

kord lainjaid kurde, kord järsku katkedes, et jätkuda juba kõrgemal või madalamal oma senisest tasemest.

Mäestikes ja mägismail esinevad lademed tekkisid omal ajal mere põhjas rõhtsate kihtidena. Oma esialgsest asendist nihutati nad kõrvale Maa sisejõudude poolt maakoores tekkinud surve ja pinge toimel. Maakoore osade paigast nihkumisi nimetatakse siireteks (dislokatsioonid); nad jagunevad kurrutusteks ja murranguteks.



Joonis 8. Kurdude skeem. Kulunud ülemine osa kurdudest on tähistatud punktiiriga.

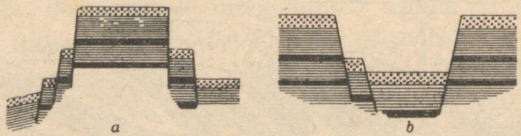
Kurrutuste puhul surutakse horisontaalses asendis olevad maakoore kihid külgsurve poolt voltidesse ehk kurdudesse. Kui kihtide kumerus on suunatud alt ülespoole ja kurd meenutab võlvi, siis nimetatakse teda kohruks ehk antiklinaaliks. Künaga sarnanevat, allapoole kumerdunud kihtidega kurdu tunneme vaondi ehk sünklinaali nime all. Kujult võivad kurrud olla lamedad, järsud, sümmeetrilised või ebasümmeetrilised, asendi suhtes — püstised, kallakud, lamavad jne. (joon. 8).

Murrangute puhul tekivad maakoores lõhed, mida mööda nende vahel asuvad maapankad nihkuvad üles-, allapoole või kõrvale. Nihkumispinda nimetatakse murrangupinnaks. Mõnikord on see hööveldatud tasaseks või kaetud kriimudega, mis näitavad pangaste nihkumise suunda.

Murrangu tagajärjel ümbruskonnast kõrgemale ulatuvaid pankaid tunneme ülangutena (horstid), sellest allapoole laskunuid aga alangutena (graabenid). Ülangusse kuuluvad kihtide osad asuvad kõrgemal kui nende mõlemapoolsed naaberosad kõrval asuvais pangastes. Alangute puhul on olukord vastupidine (joon. 9).

Harilikult esinevad kurrutused ja murrangud koos samal alal, kuid on kohti, kus üks neist on rõhuvalt ülekaalus.

Kurrutuste teel on üles kuhjatud noored kurdmäestikud. Need koosnevad kilomeetrite kõrgusele ulatuvatest



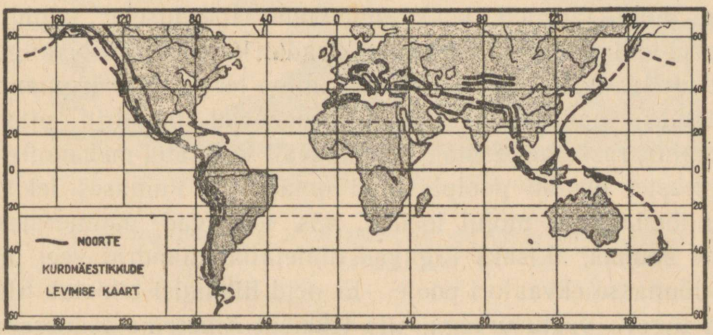
Joonis 9. Murrangute skeemid. *a* — ülang, *b* — alang.

sirgjoonelistest või kaarjatest järsunõlvalistest ja teravaharjalistest ahelatest, mis asuvad üksteisega rööbiti või hargnevad lehvikutaoliselt, olles omavahel lahutatud pikiorgudega. Noori kurdmäestikke esindavad näiteks Alpid, Karpaadid, Püreneed, Kaukasus, Himaalaja, Kordiljeerid, Andid jt. Neis mäestikes esinevad harilike kurdude kõrval nn. katted. Need on külgsurve poolt kuni mitmekümne kilomeetri ulatuses üle nooremate kihtide lükatud hiiglasuured ühe poolega lamavad kurrud.

Noored kurdmäestikud levivad Maakeral vööndidena (joon. 10), milledest üks ümbritseb Vaikset ookeani ja teine ulatub läbi Lõuna-Euroopa ja Aasia. Need alad olid varem kaetud merega, mille põhja kuhjusid tohutud setete hulgad, kuni paarikümne kilomeetri paksuselt, mis oli võimalik selle tõttu, et mere põhi pidevalt vajus. Niisuguseid kõvade vastupidavate mannertompudega kahelt poolt piiratud, painduvaid ja kergesti järeleandvaid maakooreosi nimetatakse geosünk-

l i n a a l i d e k s. Külgsurve tekkimisel osutusid nad nagu pihtide vahele asetatuiks, mille tulemuseks oli nende põhja kogunenud setete üleskuhjumine noorteks kurdmäestikeks. Veel tänapäeval kuuluvad need alad rahutuimate hulka Maakeral, kus Maa sisejõud avaldub sagedate maavärinate ja arvukate tulemägede tegevuse näol.

Kurrutuse jälgi leiame ka varematel geoloogilistel ajajärkudel tekkinud vanades kurdmägedes, mis käesoleval ajal on tugevasti kulunud või peaaegu tasandikuks muutunud.



Joonis 10. Noorte kurdmäestike levimise kaart.

Maailma kõige sügavamaid alanguid on Baikali järve nõgu, mis ulatub kuni 1721 m allapoole järve veetaset.

Ida-Aafrika murrangutevöönd on ainulaadne terves maailmas. Ta koosneb kahest graabeniteahelikust, mis algavad ühiselt Sambesi jõe kohalt ja ulatuvad üks Ida-Sudaani, teine Abessiiniasse. Siit jätkub viimane üle Punase mere, mis on mereveega täitunud alang, Palestiinasse ja Süüriasse. Graabenite sügavus ulatub paari kilomeetrini. Nende põhjas asub rida järvi, näiteks Njassa, Tanganjika, Alberti, Rudolfi järv ja Surnumeri.

Niisuguseid võrdlemisi järsuloomulisi, Maa sisejõududest põhjustatud maakoore liikumisi, millede tulemusena tekivad

kurrud, katted ja murrangud ning millede kaasnähtustena esinevad maavärinad ja tulemägede tegevus, nimetatakse orogeneesiks ehk mäestike tekkeks (kreeka keeles oros — mägi).

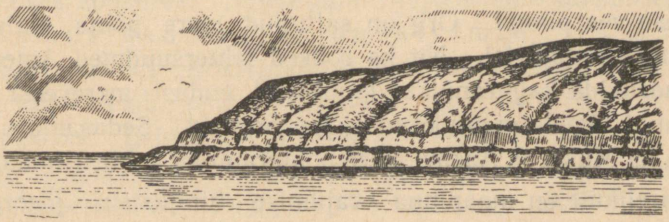
Orogeneetiliste liikumiste põhjused on kuni tänapäevani lõplikult selgitamata. On püstitatud rida hüpoteese, mis püüavad seda küsimust lahendada, kuid ükski neist pole suutnud anda täiesti rahuldavat seletust ega ole leidnud üldist tunnustamist. Kontraktsioonihüpotees õpetab, et Maa maht kahaneb jahtumisel. Seetõttu on maakoor, mis raskustungi mõjul järgneb kokkutõmbuvale sisemusele, sunnitud oma pindala vähendama: nii tekivadki kurrud ja murrangud. Mõnede teadlaste arvates lõhenes ühtne tervikuline ürgmanner üksikuiks mandriteks. Sialist koosnevad mandrid ujuvad erikaalult raskemal Simal, mis pidevalt kestvatel mehaanilistel mõjutustel osutab poolplastilisi omadusi. Viimases tekivad Kuu tõmbetungi mõjul looded, mis tõukavad mannermasse lääne suunas. Lisaks liiguvad nimetatud mandrid veel põhjast lõunasse ekvaatori poole. Et neid liikumisi takistab Sima oma tugeva vastusurvega, siis tekkisid Ameerika lääneranniku (mandri nihkumise tõttu läände) põhja—lõuna suunas minevad, ning Euroopa ja Aasia siseosades (mandrite nihkumise tõttu põhjast lõunasse) lääne—ida-suunalised ahelmäestikud.

On olemas rida teisigi hüpoteese, mis püüavad seletada orogeneetilisi protsesse mitmesuguste magma liikumistega maakoore all.

5. Maakoore iidsed kõikumised.

Orogeneetiliste liikumiste kõrval põhjustavad sisejõud veel ühe ulatusliku maakooreosade liikumise vertikaalsuunas. See haarab laialdasi maa-alasid, kuid areneb aeglaselt ega kutsu esile kuigi tähelepandavaid muutusi kivimikihtide asetuses. Tutvume nimetatud nähtustega mõne näite varal.

Rannikuil võime mitmes kohas leida kuni tänapäevani säilinud rannajärsakuid, vanu randvalle ja mereloomade kodade kuhjatisi, mis asuvad kõrgemal praegusest meretasemest (joon. 11). On loomulik, et need on tekkinud kunagi minevikus sinna ulatunud mere rannal. Need endised randjooned ei esine aga alati, kogu ulatuses samal absoluutsel kõrgusel. Seega ei saa väita, nagu oleksid niisugused rannamoodustised sattunud oma praegusele kõrgemale asukohale merepinna ala-



Joonis 11. Maapinna kerke tõttu meretasemest kõrgemale tõstetud rannajärsak.

nemise tõttu. Tõeliselt aga on siin tegemist maapinna tõusuga, ja see ei toimunud kõikjal ühtlaselt.

Põhja-Eestis kestab see veel käesolevalgi ajal — kõige enam loodeosas, kuid mitte üle 2 mm aastas.

Niisiis on maapinna aeglase kerkimise tunnusteks praegusest meretasemest kõrgemal asuvad rannajärsakud, randvallid, luited ja mitmesugused meresetted. Rannajärsakute leidumine nende seas tõendab, et kerkimisprotsess ei toimunud pidevalt, vaid vaheaegadega, mille kestel oli võimalik järsakute uuristamine merelainete tegevusel.

Kuid laialdaste alade kõrval, kus tänapäeval võib märgata maismaa osade kerkimist, leidub küllaltki kohti, kus pannakse tähele nende vastassuunalist liikumist. Hollandis toimub juba aastasadu maapinna aeglane vajumine ja sellega kaasaskäiv mere pealetung mandrile. Eriti ohtlikuks muutub see

tugevate loodetormide ajal, mil rannikule kokku kuhjatakse tohutud veemassid. Ühel niisugusel hetkel murdis XIII sajandil meri sügavale sisemaale, kus ühines Flevo järvega. Nii sündis praegune Zuiderzee laht. Veel hiljemgi on meri teinud uusi vallutusi, murdes läbi kaitsevööndist ning hävitades sadu inimasulaid ja kümneid tuhandeid elanikke.

Aafrika rannikul on kindlaks tehtud Kongo jõe oru jätkumine Atlandi ookeani põhjas. Mage jõevesi seda sinna uuristada ei saanud, kuna ta merre saabudes valgub laiali raskema soolase vee pinnal. Org on sattunud mere põhja maismaa vajumise tagajärjel. Nii ka rohked lehtersuudmed Ameerika Ühendriikide kagurannikul kujutavad endast mereveest üleujutatud jõgede alamjooksu endisi orgusid. Sedasama võime öelda ka Musta ja Aasovi mere põhjaranniku kohta (limaanid).

Järelikult on maapinna vajumise tunnusteks jõeorgude jätkumine merepõhjas ning arvukate lehtersuudmete ja hästi käärulise randjoonega lahtede esinemine rannikul.

Mitmes paigas on maismaa ja meresetete vahelduva asetuse ja muude tunnuste põhjal kindlaks tehtud maakoore vahelduv kõikumine nii ühes kui ka teises suunas. Skandinaavia fjordid tekkisid näiteks poolsaare vajumisel mereveega üleujutatud orgudest. Sellele järgnes hiljem maapinna kerkimine, mis kestab juba aastatuhandeid.

Seesuguseid maapinna aeglasi kõikumisi nimetatakse epirogeneetilisteks (mandritekkelisteks) liikumisteks ehk maakoore iidseteks kõikumisteks.

On püütud selgitada ka nende liikumiste põhjuseid. Skandinaavia kohta arvatakse, et selle vajumine oli tingitud jääajastikul temal lasuva paksu jääkatte raskusest. Seejuures suruti seal maakoore all asuv magma mujale, sinna, kus vastupanu oli väiksem. Jääkatte sulamisel hakkas magma oma endisse asukohta tagasi valguma, mis kutsus esile aeglase maapinna kerkimise.

6. Moonekivimid.

Me teame, et sügavusega tõuseb maakoores temperatuur ja kasvab surve. Kitsamal alal võivad temperatuuri ajutist tõusu põhjustada alt ülespoole kerkivad tulipalavad magmamassid, kuna survet aitavad suurendada mäetekkelised protsessid, näiteks kurrutused.

Kõrge temperatuur ja tugev surve kutsuvad omakorda esile muutusi sügavamal maakoores asuvate kivimite mineraloogilises koostises. Nende ümberkujunemiste tulemuseks on metamorfsed ehk moonekivimid, mis arenevad nii sette- kui ka tardkivimeist. Kivimite kokkupuutel kuuma magmaga tekib puutemoone ehk kontaktmetamorfoos. Esimeses järjekorras avaldab siin oma mõju kõrge temperatuur. Sellest tekib paljude mineraalide ümberkristalliseerumine: lubjakivi muutub marmoriks, liivakivid kvartsiitideks jne. Õhuke kiht ümbritsevast kivimist sulatatakse sissetunginud magma poolt ja seguneb viimasega, andes uusi kivimeid. Magmast eralduvad gaasid, aurud ja kuumad lahused, mis tungivad naabruses asuvaisse maakoore lõhedesse. Seal ühinevad nad nendega kokkupuutesse tulevate kivimiosakestega uuteks mineraalideks. Olgu viimastest nimetatud ortosilikaatide hulka kuuluv granaat, mis esineb rohekate, punakate, pruunikate ja mustade, mõnikord õige suurte ja hästi väljakujunenud kristallidena moonekivimeis. Puhtaid ja kaunimaid granaate kasutatakse poolvääriskividena, kõvemaid aga lihvimismaterjalina.

Sügavamal maakoores valitsev tugev surve ja kõrge temperatuur põhjustavad survemoonet ehk regionaalmetamorfoosi, mis annab kivimeile kihilise või kiltja ehituse. Üks selliseist kivimeist on näiteks gneiss, mis sarnaneb mineraloogiliselt koostiselt graniidiga, kuid on kihitatud. Kiltja ehitusega on kristalsed kiltkivid.

Samasugused nähtused esinevad ka moonete puhul mäetek-

kelistes protsessides. Erinevuseks on vaid see, et siin tekib protsess kitsamal maa-alal ja surve on suunatud küljelt.

Kõrgemal asuvate kihtide survest ja Maa sisemisest soojusest tingitud regionaalmetamorfoosi vöönd asub umbes 4—10 km sügavusel maakoores. Selle ülemises osas on surve umbes 1000 atmosfääri, allosas aga üle 2000 atmosfääri. Kõrgeimaks temperatuuriks peetakse seal 350°.

Eesti NSV-s leidub moonekivimeid mannerjää poolt toodud rändrahnude ja munakate seas. Majanduslikult kasutatakse neid samasuguseks otstarbeks nagu tardkivimeidki.

Välisjõudude tegevus.

1. Denudatsioon.

Maa sisejõudude käsitlemisel jõudsime veendumusele, et maismaa pinnaehitus ja merepõhja reljeef, samuti ookeanide ja mandrite ning nende osade piirjooned pole igavesti püsivad, vaid on pidevas arenemises, katkestamatus muutumisprotsessis. Sisejõudude tegevus on suunatud eeskätt reljeefi mitmekesistamisele uute pinnavormide tekkimise ja sellega seotud kõrguste-vahede suurenemise tõttu. Rööbiti sisejõududega tegutsevad Maakera välispinna kujundamisel ka välisjõud, mis aga vähendavad kõrgussuhteid kõrgendike madaldamise ja lohkude täitmise teel. Seega on maapinna ja merepõhja reljeef ning maismaa ja vee jaotus Maakeral sise- ja välisjõudude vahelise võitluse tulemus.

Maakera pinda teisendavaiks välistegureiks on: murenemine koos raskustungiga, tuule, põhjavete, voolava vee, jääliustike ja mere tegevus. Nende tegurite toime avaldub: 1) lõhkumises, 2) rusu või settematerjali ärakandmises nende tekkimiskohalt ja 3) selle kuhjamises teisal.

Ühe või teise teguri ülekaal sõltub eeskätt klimaatilistest

tingimustest. Sademetevaestel aladel on esikohal mehaaniline murenemine ja tuuletegevus, niiske kliimaga aladel on ülekaalus voolava vee tegevus ja keemiline murenemine, kõrgmäestikes ja polaarmais — jääliustike tegevus koos mehaanilise murenemisega jne. Põhjavete tegevus on intensiivne vett läbilaskvast ja vees lahustuvast kivimist (näiteks paekivist) aluspõhjaga paikades. Ulatuslikum kõigest on mere tegevus, mis ei piirdu üksnes rannikualaga, vaid kasutab oma settimisbasseinina tervet maailmamere põhja.

Välistegurite toime võib ulatuda kõrgustike täieliku ärakulutamiseni, nende peaaegu tasandikuks muutmiseni. Niisugust välistegurite lõhkuvat ja pinnareljeefi ühtlustavat toimet nimetatakse kulutamiseks ehk denudatsiooniks.

Kallakuilt pindadelt murenemisel tekkinud rusu kõrvaldamisel omab suurt tähtsust raskustung, eriti kuiva kliimaga alades. Allavarisenud murenemissaadused kuhjuvad nõlvade ja järsakute jalameile rusukaldeina. Sageli upuvad oma rusudesse terved mäestikud, ulatudes neist välja vaid ladvaosadega (Ida-Pamiiris).

Mõnikord võib nõlvadele peatuma jäänud rusu söösta orgu rasket hävitust sünnitavate maalihete näol. Niiske kliimaga alades tekivad viimased ka suure kallakuga maapinna peamiste kihtide allavarisemise teel, kui nende all lamav veekindel kiht (näiteks savi) muutub temasse imbunud sulamisvete või sademete mõjul ebakindlaks pudrutaoliseks massiks, libisemist soodustavaks aluseks. Peale asulate ja kultuurmaistute otsese hävitamise enda alla matmisega põhjustavad maalihked jõgede voolutee sulgemisega laastavaid uputusi (Kaukasuses jm.)

Väiksema kallakuga aladel asendavad maalihkeid aeglaselt allapoole valguvad maaroomad, mis esinevad kõige sagedamini lumelagunemise ajal. Nende all kannatavad mitmed kohad Volga, Dnepri ja teiste jõgede ääres. Uljanovski

linna kohal on Volga kõrge läänepoolne oruveer korduvalt alla libisenud. Ulatuslikke maaroomi on esinenud Kiievis, Odessas ja Krimmi lõunarannikul. Maaroomade vastu võideldakse maapinna kraavitamise ja torutamise teel, et kuivendada veega küllastunud kihte.

2. Murenemine ja pinnas.

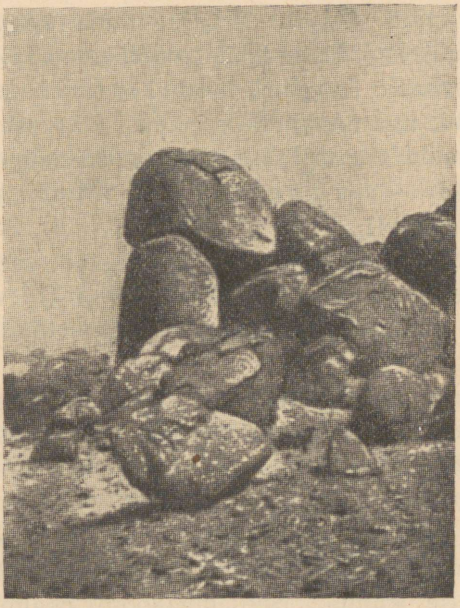
Taimkattevaestes või taimkatteta kuiva (ariidse) kliimaga aladel on peamiseks maismaa pinnaehitust teisendavaks teguriks mehaaniline murenemine ehk r a b e n e m i n e. Selle esilekutsujaks on ulatuslik õhu ja pinnase temperatuuri ööpäevane kõikumine, mida omakorda aitab suurendada väike õhuniiskus. NSV Liidu Kesk-Aasia kõrbetes näiteks saavutab õhu temperatuuri ööpäevane amplituud 30°, maapinnal koguni 56°; relatiivne niiskus on seal ainult 40—50%. Saharas tõuseb suvisel keskpäeval õhu temperatuur varjus 50—55°-ni, maapinnal aga üle 70°, ja langeb öö kestel 30—40°. Relatiivne niiskus võib siin laskuda alla 20%, mõnikord isegi nullini, mille tagajärjel lõhkevad huuled ja küüned.

Temperatuuri kõikumine muudab kivimi mahtu: see suureneb soojenemisel ja väheneb jahtumisel. Et kivimid tavaliselt koosnevad mitmest erineva paisumiskoefitsiendiga mineraalist, siis on loomulik, et lühikeses ajavahemikus toimuvate suurte temperatuurikõikumiste tagajärjel tekivad erinevalt paisuvate mineraalosakeste vahele juuslõhed, mis suurenedes ja hargnedes muudavad kivimi pinnakihi rabedaks, kuni see koost pudeneb. Suuremate lõhede kohal eralduvad kaljude küljest hiiglapankad ja rahnud (joon. 12); need alluvad omakorda edasisele murenemisprotsessile, mille käik on suunatud üha peenemateralise murendi tekkimisele. Terasuuruse vähenemise järjekorras tekivad mehaanilise murenemise tagajärjel: pankad, rahnud, munakad, kiviklibu, sõmer, liiv, möll.

Rabenemisprotsessi intensiivsus sõltub mineraalide kõva-

dusest, soojusejuhtivusest, värvusest ja nende osakeste jaotusest kivimis.

Neis paikades, kus temperatuur langeb alla 0°, etendab mehaanilisel murenemisel päikesekiirituse kõrval suurt osa veel vesi. Tunginud kivimite lõhedesse, külmub ta seal jääks



Joonis 12. Kaljude rabenemine Saharas.

ja kiirendab seega oma mahu suurenemisel tekkinud survega lõhede laienemist.

Kuid vesi on tegev ka keemilisel murenemisel ehk p o r s u m i s e l, mis on omane niiske ehk humiidse kliimaga aladele. Paljud mineraalid, näiteks salpeetrid, kaalisoolad, keedusool, lubjakivi, kips jne., lahustuvad kergesti vees ja uhetakse osaliselt või täielikult välja teatud paigast, kuhu tekivad maa-alused käigud, koopad, mineraalallikad. Oleta-

takse, et ühe aasta kestel kantakse jõgede poolt merre umbes 5 miljardit tonni vees lahustunud aineid.

Vee ja süsihappegaasi koosmõjul muundub päevakivi kaoliiniks, millest valmistatakse portselanesemeid. Osa teisi alumiiniumsilikaate muundub samade tegurite toimel boksiidiks või lateriidiks. Neist esimene on vett sisaldav savimuld ($Al_2O_3 \cdot 2H_2O$), mida kasutatakse alumiiniumi saamiseks. Teine tekib troopikamail ja kuulub punamuldade koostisse. Ta erineb boksiidist rauahapendi (Fe_2O_3) sisalduse tõttu, mis annab talle punase värvuse. Rauamagneesiumsilikaadid muudetakse vee ja süsihappegaasi poolt karbonaatideks — magnesiidiks ($MgCO_3$) ja siderriidiks ($FeCO_3$).

Kahevalentse raua ühendid muunduvad vee ja hapniku mõjul punaseks hematiidiks (Fe_2O_3) või pruuniks limoniidiks ($2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$). Eriti levinud on limoniti-seerumisprotsess.

Kivimite murenemisel on oma osa ka organismide tegevusel. Taimejuured tungivad kivimeis leiduvaisse lõhedesse ja laiendavad neid, eritades endist happeid, mis lahustavad mineraale.

Kivimite murenemisel tekkinud aines katab tema all lamava aluspõhja või pinnakatte mõne sentimeetri kuni mõne meetri paksuse kihina. See maakoore pealmine kiht on pinnas. Taimekasvu algusega mingil maa-alal seguneb selle pinnase koostisse kõdunevate taimede lagundumissaadusena tõmmu kuni musta värvusega keerulise koostisega orgaaniline ühend — huumus, pannes aluse mullastiku tekkimisele. Huumus ise pole taimele toiteaineks, kuid bakterite tegevuse mõjul laguneb ta mineraalsooladeks, eeskätt lämmastikuühendeiks, mida taimed saavad omastada. Samuti tekib huumuse lagundumisel rida aineid, näiteks süsihappegaas jt., mis mõjuvad mulla mineraalosadele lahustavalt, tehes ka need taimedele kättesaadavaks. Lõpuks sõltu-

vad huumusest paljud taimekasvule tähtsad mulla füüsilised omadused, nagu mulla kobedus, soojuse- ja veemahutavus jne.

Sõltuvalt alus- ehk mullakivimist (s. o. kivimist, millest antud mullaliik on tekkinud) esineb kruusa-, liiva-, saviliiv-, liivsavi-, savi- jne. muldi.

Kuid mullastiku omadused sõltuvad suurel määral ka kliimaatilistest tingimustest.

Paraskliimavööndi alades, kus sademete hulk ületab aurumise, esinevad leetunud mullad. Nende pealmisest tumedast huumuskihist (kiht A_1) viivad maasse nõrguvad veed endiga huumusaineid, mis lahustavad allpool asuvast heledast leetekihist (kiht A_2) raua- ja alumiiniumiühendid. Tekkinud lahused uhetakse alumisse tumepruuni rooste- ehk nõrgkihti (kiht B), kus nad sadestuvad. Sageli leidub selles kihis mineraalsoolade lahuse mõjul mullaosakestest kokkuliitunud samavärvilist kõva nõrgkivi.

Seesugust mineraalsoolade väljauhtmist nimetatakse leetumiseks; sellega on seletatav ka leetekihi hele värvus, kuna tume roostekiht tekib sinna sadestunud raua- jt. sooladest.

Sademeterikkail troopikamail kohtame punaseid, kuni 75% rauaühendeid sisaldavaid lateriitmuldi, mis seal toimuva intensiivse murenemisprotsessi tõttu on mitme meetri paksused.

Parasvööndisteppides, kus aurumine ületab sademed, levivad kuni 1,5 m paksud mustmullad, mis on tekkinud rikkaliku rohttaimestiku kõdunemisel ja vähesest sademetehulgast tingitud leetumisprotsessi puudumisel (näiteks NSV Liidu Euroopa-osa lõunaosas jm.).

3. Tuule tegevus.

Tuulele avaneb vaba tegevusväli seal, kus leidub rohkesti peenikest lahtist ainest ja puudub taimkate kas täiesti või esineb ainult lünklikult. Niisugusteks paikadeks on kõrbed ja

mererannad — esimesed vähese niiskuse tõttu ja teised lahtise ainese kiire kuhjumise ja selle sagedase üleujutamise tõttu mereveega. Neis kohtades on taimkatte arenemine pidurdatud.

Oma teekonnal haarab tuul endaga kaasa kuiva liiva ja paiskab seda vastu ettejuhtuvaid esemeid, nende pinda mehaaniliselt kulutades — ihudes. Tuulepealsetesse kaljuseintesse tekitatakse sel teel kärje- ja uurdetaolised süvendid; väikesed, ülalt kõvemate kihtidega kaetud künkad voolitakse seenekujulisteks (joon. 13); mõnest kaljust kulutatakse koguni läbi avaus, muutes ta kaarja võlvi sarnaseks. Kõiki seesuguseid vorme leidub kõrbemaastikus.

Tuule ihuva tegevuse e. korrasiooni tagajärjel on tekkinud kõrbetasandikel leiduvad kolmetahulised tuuletahukad. Nende lamedate kivide tahud on tuiskliiv ihunud siledaks, vastavalt valitsevate tuulte suunale.

Paiguti on tuul võimeline uuristama maapinda ka väiksemaid lohke, näiteks Ida-Turkestanis pikkade ja kitsaste rennide näol, mis on üksteisest lahutatud teravate harjadega.

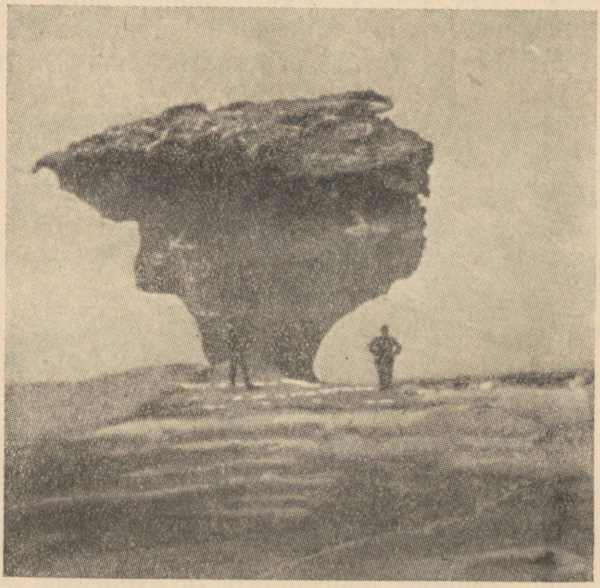
Üldiselt on tuule ihuv toime suurem maapinna lähedal, sest liivaterad oma raskuse tõttu ei tõuse tavaliselt kuigi kõrgele.

Võttes endaga kaasa liiva ja muud peenemat ainest ning kandes seda kaugemale, vabastab tuul kivimeid nende murenemissaadustest ja puhastab pinda murenemisprotsessi katkestamata jätkumiseks. Tuule paljandavat ja ärakandvat tegevust nimetatakse deflatsiooniks.

Lahtine kaasavõetud tuiskliiv kuhjatakse tuule poolt luideteks, mis tekivad mingi takistuse, näiteks kivide, puhmiku või põõsa taha. Luited on oma ehituselt sümmeetrilised: tuulepealne nõlv on laugjas — 8—12°, tuulealune järsem — 25—32°, harva kuni 60°. Saharas ulatub luidete suhteline kõrgus 300 meetrini, landides Prantsusmaal 90 meetrini ja Läänemere rannikul 30—40 meetrini. Kesk-Aasia kõrbetes

on sagedased tavaliselt 3—5 m kõrgused sirbikujulised kaarluited — b a r h a a n i d (joon. 14).

Lahtisest tuiskliivast koosnevad rändluited liiguvad edasi valdava tuule suunas, mattes endi alla asulaid, kultuurmaistut ja muud teel ettejuhtuvat. Luidete edasinihkumist takis-



Joonis 13. Seenkalju kõrbes.

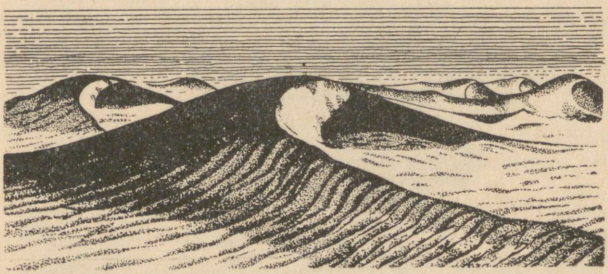
tatakse neile liivalembeste taimede istutamisega. Taimestikuga kaetud s u r n u d l u i t e d püsivad paigal.

Suurte liivakõrbete kõrval esineb luiteid mererannikul, suuremate järvede kallastel ja sandureil. Sageli tähistavad surnud luidete ahelikud sisemaal endist mereranda.

Liivaluidetega sarnaseid lumekuhjatisi tekib tuule tegevusel polaarmais ja parasvööndi põhjaosas talvel.

Tolmutaolist kaasavõetud peenainest võib tuul kanda tuhandete kilomeetrite kaugusele, näiteks Saharast Kesk-

Euroopasse. Mõnikord langeb see maapinnale tagasi koos sademetega värvilise vihma näol, nagu seda oli antiikaja kirjanike poolt imeks peetud „verevihm“. Tavaliselt muutuvad aga tuule poolt kõrbetes õhku tõstetud tolmuterakesed niiskemaisse aladesse sattudes nende ümber tiheneva õhuniiskuse mõjul raskemaks ja laskuvad aeglaselt maapinnale. Sel kombel kuhjunud peenainesest on tekkinud ulatuslikud lössilademed Euroopas, Aasias ja Ameerikas — eeskätt stepi-



Joonis 14. Barhaanid kõrbes.

vööndeis. Suurima paksuse, 500—600 meetrit, saavutab löss Hiinas.

Löss on kihitamata lubjavaese peenliiva (mölli) ja saueosakeste segu. Temasse lõikuvad orud on astmelised ja järsuveerulised. Hiina löss on pärit Sise-Aasia kõrbelistelt aladelt, Euroopa oma — jääsulamisvetest mannerjää serva ette kuhjatud peenemast ainesest, mis on sealt kantud põhjakaartest puhuvate tuulte poolt ta praegusele asukohale.

4. Põhjavete tegevus.

Osa sademeina maapinnale langevast veest voolab jõgedesse ja kantakse nende poolt edasi merre; teine osa aurab tagasi õhkkonda, kus tiheneb uuesti pilvedeks; kolmas osa imbub maasse, kasutades selleks kivimeis leiduvaid lõhesid ja

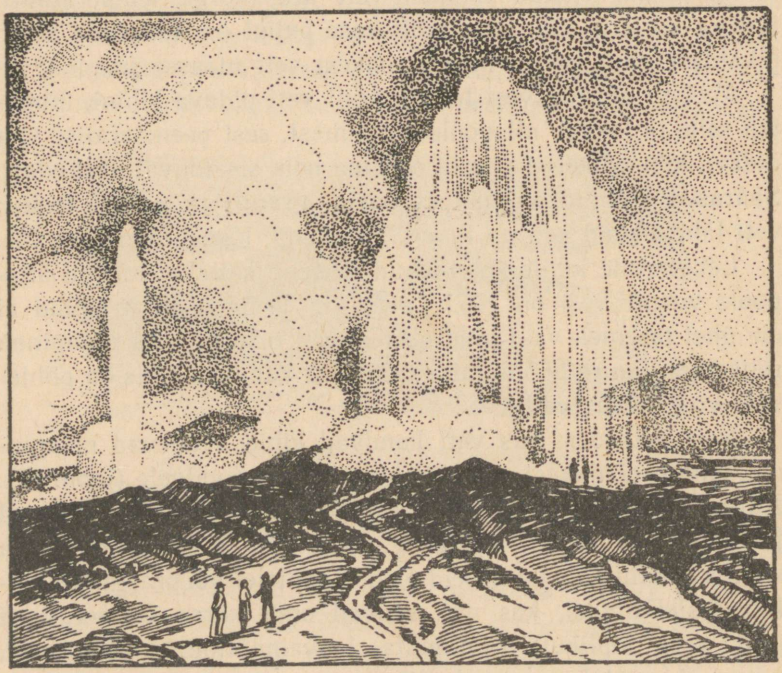
kivimiosakeste-vahelisi poore. Nende veehulkade omavaheline suhe oleneb maapinna kallakusest, läbitava kivimi omadustest, temperatuurist, tuulest, õhuniiskusest, sademete hulgast ja saju iseloomust. Maapinna suure kallakuse või rajuvihma puhul voolab rohkem vett ära; kõrge temperatuuri, tugeva tuule ja madala õhuniiskuse puhul on aurumine suur; pikaldase saju korral imbub rohkem vett maasse jne.

Maasse nõrguv vesi tungib kuni vett pidava kihini, immutab selle ja lakkab allapoole valgumast, sest peeneteralise vett pidava kihi väikesed poorid ei anna neis sisalduvat vett edasi. Säärased kivimid on näiteks savid, graniit ja paljud teised; vett läbilaskvad aga on liivad, liivakivid, lõhestunud paas jne.

Läbimatule kihile kogunenud ja selle kallakut mööda allapoole voolav vesi on *põhjavesi*. Tema pealmine pind ei ole ühel tasemel, vaid muutub teataval määral koos maapinna reljeefiga. Suure hõõrdumise tõttu vett kandvas kihis on põhjavete voolukiirus väike.

Neis paikades, kus vett kandvad kihid avanevad maapinnal, tungib põhjavesi *allikate* näol päevavalgele (joon. 16). Allikate veehulk, temperatuur ja teised omadused on erinevad ja muutuvad sageli aastaaegadega. On külma-, sooja-, ja kuumaveeallikaid. Viimaseid esineb endistel või praegustel vulkaanilistel aladel, kus nad saavad oma kõrge temperatuuri seni veel lõplikult jahtumata laavamassidelt. Osa neist, nn. *geiserid*, on purskallikad, mis paiskavad oma lõõrides suure surve all ülekuumendunud vee koos veeauruga enamvähem kindla ajavahemiku järel kuni 75 m kõrguse sambana õhku (joon. 15). Purskeks annab tõuke auru surve, mis ajuti ületab lõõris asuvate veemasside rõhumise. Geiserite vees lahustunud ränihape sadestub mitmemeetrilise läbimõõdu ja kõrgusega kraatrina või räninõrg-astanguina, milledelt kuum vesi langeb alla joastikuna. Geiserid on levinud eeskätt Islandil, Yellowstone'i pargis USA lääneosas, Uus-Meremaa põhjapoolsel saarel ja Kamtšatka poolsaarel.

Kõik põhjaveed sisaldavad lahustunud aineid, saades neid läbiminekul maapinna kihtidest. Mõnes paigas sadestub vee poolt kaasatoodud süsihapu lubi allika lähedal kobeda **allikakivina** ehk **lubjatufina**. Sadestumist põh-

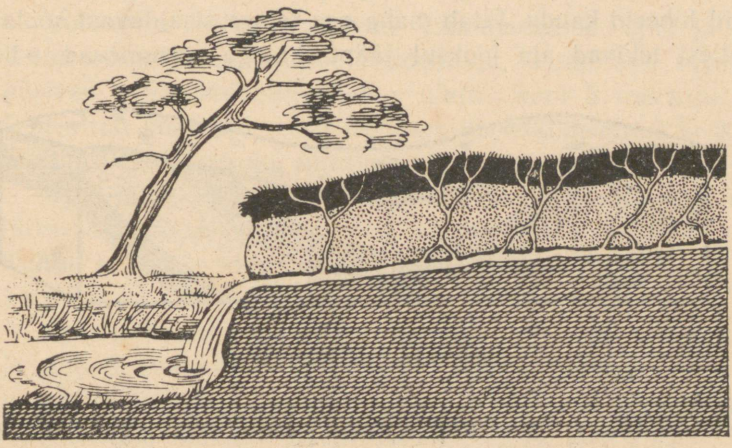


Joonis 15. Geiseri purse.

justab süsihappegaasi hulga vähenemine maapinnale jõudnud vees selle soojenemisel ja roheliste taimede tegevuse mõjul.

Mineraalallikate veele annavad lahustunud ained erilise lõhna ja maitse. Mõned neist allikaist omavad tervist parandavat toimet. NSV Liidus on sellistest tuntuimad: süsihappeallikad Kislovodskis (Narzan), kuumad väävelvesinikuallikad Pjatigorskis, leelissüsihappe-allikad Boržomis ja rida teisi.

Juhul, kui nõgus vett kandev kiht on suletud kahe läbimatu kihi vahele, on temas sisalduv põhjavesi tugeva rõhu all. Niisugusel korral on võimalik purskuvate arteesia allikate tekkimine või sügavale ulatuvate arteesia kaevude (joon. 17) puurimine. Arteesia kaevud on veerikkad, neid kasutatakse kuivusalade kunstlikul niisutamisel, näiteks Ukraina

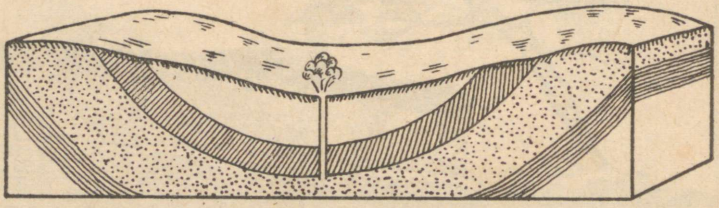


Joonis 16. Allikas.

ja Krimmi rohtlais, Sahara põhjaosas, Austraalia laialdastel lambakarjamaadel ja mujal.

Kohtades, kus aluspõhi koosneb vees lahustuvaist kivimeist, eeskätt paekihtidest, esinevad põhjavete tegevuse tulemusena nn. karstinähtused. Juba voolava vee lahustaval toimel on siin kallakusse pinda tekkinud sügavad ja järsud uurded. Pinnalt tungib vesi paes leiduvaisse lõhedesse ja valgub sealt paekihtide vahele. Lõhed laienevad torutaolisteks lohkudeks ja urgeteks; paesse tekivad maa-alused käigud, mis aja jooksul arenevad koobasteks. Urkeid kaudu kaovad terved jõed maa alla, voolavad seal edasi ja tulevad uht-

allikate näol uuesti päevavalgele. Need on salajõed, millede hulka kuuluvad Eesti NSV-s näiteks Jõelähtme, Uhaku ja Kuivajõgi. Koobaste ehitus on väga keeruline. Kohati meenutavad nad hiiglasaale, teisal ahenevad sedavõrd, et inimene seal vaid vaevaga suudab edasi liikuda. Neis leidub maaaluseid järvi, jõgesid, jugasid; mõned koobastest on mitmekordsed. Laelt allatilkuv lubjarikas põhjavesi, mis tungib sinna kitsaid lõhesid kaudu, jätab maha osa temas sisalduvast soolast. Sellest tekivad aja jooksul jääpurikatega sarnanevad stalaktiidid, mis võivad altpoolt vastukasvavate stalagmiitidega sammasteks kujuneda. Kunstlikul valgustusel pakuvad need miljonite veetilkadega kaetud moodustised unustamatut värvidemängu. Paljud koopad on ühendatud välismaailmaga rea tunnelite kaudu; need tekivad kivimite lahustumisel vees.



Joonis 17. Arteesia kaev.

NSV Liidus leidub rohkesti koopaid Uuralis, Kaukaasias, Krimmis ja Altais. Suurimaks maailmas on Mammuti koobas USA Kentucky osariigis. Selle käikude pikkus küünib ligi 250 kilomeetrini. Tüüpilisimaks karstinähtuste levimisalaks on Karsti mäestik Triesti ja Fiume vahel, kust on pärit ka nähtuste nimetus. Koobaste kokkuvarisemisel tekivad maapinnale langatuslehtrid, urgetega põhjas.

Omapärased on karsti maastikule ulatuslikud sulglohud, nn. poljed, milledest osa on tekkinud langatuslehtrite ühi-

nemise teel. Lumelagunemise või suurte vihmade ajal on nende põhi ajuti kaetud veega. Poljedesse uhetud viljaka pinnase tõttu kasutatakse neid kultuurmaistuina. Livno polje Jugoslaavias on 50 km pikk ja 10 km lai.

5. Vooluvete tegevus.

Vooluvete hulka kuuluvad vihmaveenired, ojad ja jõed. Esimesed neist on ajutise iseloomuga, teised aga tavaliselt püsivad. Oja keskmine laius ulatub kuni 5 meetrini, jõel 5 meetrist kuni 200 meetrini, kuna üle 200-meetrise keskmise laiusega vooluveekogu nimetatakse suurjõeks.

Ojad ja jõed saavad oma alguse allikaist või seisuvetest — järvedest, soodest, rabadest, kõrgmäestiku lumeväljadest. Kohta, kust nad algavad, nimetame *lähteks*, lõpposa aga *suudmeks*.

Oma teekonnal ühineb jõgi temasse suubuvate lisajõgedega ja annab (näiteks suudmealal) harusid. Peajõgi koos lisajõgede ja jõeharudega moodustab *jõestiku*; jõestiku poolt läbipõimitud maa-ala nimetatakse *jõgikonnaks*.

Samasse veekogusse ehk *valgalasse* suubuvate jõgede jõgikonnad ühinevad nimetatud valgala *vesikonnaks*. Naabruses asuvad vesikonnad lahutatakse üksteisest *veelahkme* abil, kust jõed oma alguse saavad. Veelahkmeks on mäeahelikud või muud kõrgustikud, tasase pinnamoega maastikus aga sageli ümbruskonnast vaid vaevalt eraldatav kõrgem ala. Jõed, mis ei suubu merre või merega ühenduses olevasse veekogusse, on valgalata.

Jõed toituvad vihmast, jää ja lume sulamisel tekkinud veest, põhjavetest ning järvede, soode ja rabade arvel. Nende veehulk pole läbi aasta ühtlane, vaid kõigub suuremas või väiksemas ulatuses. Meie jõgedel on vee madalseisud südasuvel, mil aurumine on suurim, ja talvel, mil vee juurdevool sünnib eeskätt vaid põhjavete arvel, kuna suurvesi tekib keva-

TARTU ÜLIKOOLI RAAMATUKOGU

dise lumelagunemise ajal. Kõrgmäestike igilume- ja igijäävälj ade sulamisvetest toituvail jõgedel esineb suurvesi aga suvel, samuti kui mussoonkliimaga maade jõgedel. Valdavalt talvise vihmaperioodiga aladel, näiteks Vahemeremail, tõusevad jõed üle kallaste talvel.

Kõige väiksem on veepinna kõikumine läbi aasta ühtlase sademetehulgaga maade, samuti suurtest järvedest algavail jõgedel. Niiluse, Tigrise, Eufrati ja mõnede teiste jõgede üleujutused omasid juba kauges minevikus suurt tähtsust, võimaldades tsivilisatsiooni levikut keset kõrbelisi alasid.

Normaalselt arenenud jõgedel on voolukiirus suurim ülemjooksul, kust see väheneb suudme suunas. Voolukiirus sõltub veepinna pikiprofiili kallakusest ja jõesängi kujust.

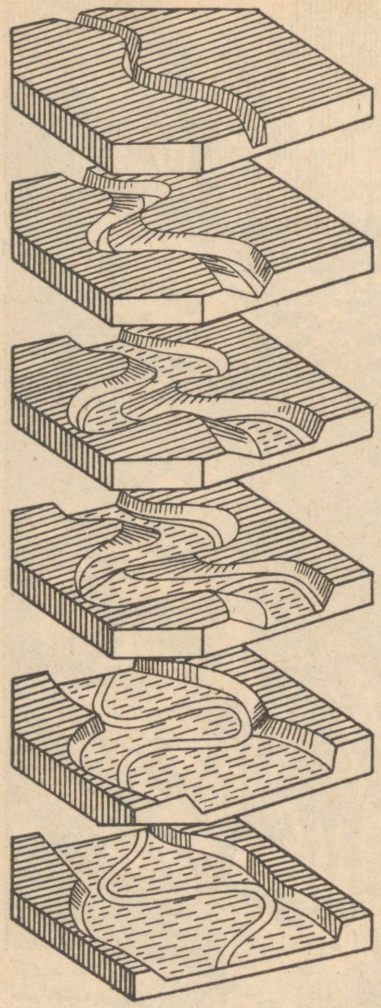
Vooluveed teisendavad maismaa pinnaehitust.

Vihmaveenired, viies endiga kaasa pinnase lahtisi osakesi, tekitavad v i h m a u u r d e i d. Suurema kallakusega maapinda uuristatakse vihmavete poolt aegade jooksul sälkorud; need süvenevad seda kiiremini, mida rikkalikum on sademete hulk, mida järsem on kallak, mida vähem on maapind kaetud kaitsva taimkattega ja mida kergemini allub pinnakate või aluspõhja kivim erosioonile (uuristusele). Niisuguseid sälkorge kohtame Eestis ürg- ja uurdeorgude veerudel, väljauhetud ainesest koosneva u h t e k u h i k u g a alumise otsa ees. Suureks takistuseks ja kahjulikud põllundusele on vihmavete poolt uuristatud sälkorud NSV Liidu steppide vööndis, kus nad saavutavad paiguti mõne- kuni mitmekümnekilomeetrise pikkuse ja harunevad tihedaks lisaorgude võrguks.

Suurima voolukiiruse tõttu ü l e m j o o k s u l on jõgede uuristav tegevus seal kõige intensiivsem. Vesi võtab endaga kaasa peenainese, kuid veeretab mööda põhja edasi ka jämedamat materjali, sageli koguni suuri rahne. Kõik need koos uuristavad põhja, süvendades jõesängi. Jõel kujuneb sälkorg, millel mägismail paiguti on sügava ja järsuveerulise kuristiku kuju (Darjali kuristik Tereki jõel Kaukaasias) (joon. 18).



Joonis 18. Kuristik jõe ülemjooksul.



Joonis 19. Jõe silmused ja lammoru tekkimine. Looklevas jões jääb suurim voolukiirus põrkeveeru poolele, kutsudes seal esile külg-erosiooni, mis suurendab lookeid ja silmuseid ning nihutab neid edasi veevoolu suunas.

Kui jõesäng koosneb erineva kõvadusega kivimeist, siis tekivad erosiooni tõttu *kärestikud* ehk *kosed* ja *joad*. Joad ei püsi paigal, vaid nihkuvad langeva vee uuristava toime tõttu ülesvett. Niagaara juga on sel kombel taganenud umbes 11 km, 1,3—1,7 m aastas. Pikaldane nihkumine ilmneb ka Eesti NSV jugadel.

Keskjooksul on aeglasema voolukiiruse tõttu vee uuristav tegevus väiksem ja esikohale tuleb kandmine. Voolukiiruse vähenemisega käib käsikäes üha suurenev kaasatoodud ainese settimine, alates jämedama materjaliga. Et valitsev külg-erosioon ei uurista kaldaid ühtlaselt, siis tekivad jõel looked ja silmused. Nende vee poolt uuristatav *põrkeveer* on järsk, aegamööda setetega täituv *laugveer* aga laugjas. Loogete ja silmuste voolusuunas edasinihkumise tõttu kujuneb jõel lammorg (joon. 19).

Alamjooksul on esikohal settimine; tekivad rändavad liivamadalikud ja suudmesse kuhjub kolmnurgakujuline, jõeharudega üksteisest lahutatud saartest koosnev delta (Volga, Leena jt.). Po, Huangho ja mitme teise jõe alamjooksul on settimine sedavõrd suur, et jõepind asub ümbrusest tunduvalt kõrgemal, kuna jõgi ise voolab suurvee poolt kuhjatud kaldavallide vahel, mille inimesed on omakorda muutnud tammideks. Sageli voolavad jõed oma alamjooksul moldorus, mis esineb orundina.

Eriti hoogus on jõgede geoloogiline tegevus suurvee ajal. Siis toimuvad settimine uhtlammile, vallide kuhjumine piki jõekaldaid, voolutee õgvendamine läbimurrete abil ja mõnikord koguni jõesängi vahetamine, endise asendamine teatavas ulatuses uuega. Oma sängi sageli vahetavate jõgedena on tuntud Huangho, Tarim, Sõr-Darja ja Amu-Darja.

On vähe sellest, kui toome vooluvee aastatuhandeid kestnud tegevuse näiteina 1800 m sügavuse järskude astmeliste veerudega Colorado jõe kanjoni või võimsad Induse, Gangese ja Brahmaputra jõe puhandusorud, mis murravad läbi Himaalaja mäestikust. Jõesetetega on aastatuhandete kestel täidetud terved merelahed ja muudetud maismaaks. Nii on tekkinud Lombardia, Mesopotaamia, Hindustani ja paljud teised madalikud. Voolav vesi on võimeline pühkima maapinnalt terveid mägismaid, madaldades nad lainja pinnamoega pigatasandikuks (peneplaan). Peajõe ja lisajõgede poolt lõigatakse kõrgustik üksikuiks osadeks, kus teostavad uuristamist omakorda väiksemad lisajõed ja vihmaveed. Jõeorgude edasinihkumisega ülesvett, nende laienemisega ja orustikuvõrgu tihenemisega ahenevad ja madalduvad neid lahutavad kõrgemad alad järk-järgult, kuni jõutakse pigatasandikuni. Kogu see protsess areneb ühe uuristamise ringkäigu ehk erosioonitsükli kestel. Tõuseb pigatasandik maa sisejõudude toimel uuesti kõrgemasse asendisse, algab erosioonitsükkel uuesti.

6. Jääliustikud ja nende tegevus.

Ligi 15 miljonit km² ehk umbes 10% maismaa pinnast on tänapäeval kaetud igilume ja -jääga. Valdavam osa sellest asub polaarpiirkondades — Gröönimaal, Novaja Zemljal, Antarktises jm.; kuid ka troopikalise, eriti aga paraskliimavööndi kõrgmäestikes esineb ulatuslikke lumevälju, mis võtavad endi alla paiguti sadu kuni tuhandeid ruutkilomeetreid. Lumi kuhjub seal pealpool lumeraja asuvaisse tippudevahelistesse nõgudesse, kus muutub oma alumistes kihtides suure surve tõttu *sõmerlumeks* (firniks) ja hiljem jääks. Raskustungi mõjul hakkab viimane valguma allapoole, kasutades sängina juba enne olemasolevat orgu. Nii tekib oma kujult jõega sarnanev *jääliustik* ehk *liustikukeel*, mille pikkus võib küündida kümneisse kilomeetreisse, laius kilomeetreisse ja paksus sadadesse meetreisse. Mõned neist ulatuvad oma alumise osaga kaugele keset haljendavaid aasu või metsi (joon. 20).

Suure surve mõjul muutub liustikujää mõningal määral plastiliseks: ta püsib koos kompaktse massina ja liigub voolavalt. Ta liikumiskiirus on üsna väike — 0,1—3,7 m ööpäevas, sõltudes liustiku suurusest ja tema sängi kallakusest. Suurim kiirus on liustikukeele keskosas — pinnal, kus hõõrdumine on kõige väiksem.

Liustiku pind pole tasane, vaid ristlõikes kumer. Temasse lõikuvad arvukad lõhed, mis tekivad sängi laiendeis (paralleellõhed), põhja ebatasasustest üleminekul (ristlõhed) ning jää erinevast liikumiskiirusest äärtel ja keskosas (viltulõhed). Nende lõhede sügavus võib ulatuda mitmekümne meetrini, mõnikord koguni põhjani, lõhed ise võivad jääda varjule lumikatte alla, mis teeb liustikul liikumise küllaltki ohtlikuks.

Oruveerudelt variseb liustiku äärtele mitmesuguseid murenemissaadusi, mis jäävad sinna püsima *külgmoreenina*; kahe liustiku ühinemisel liituvad need *keskmoreeniks*.

Nende mõlema pindmoreeni ainese sattumisel pragusid kaudu liustiku sisemusse tekib sisemoreen. Sängi põhjast ja külgedelt jää poolt lahtirebitud ja kaasavõetud materjal on tuntud põhimoreeni nime all. Kogu see jää sees ja põhjas edasikantav rusu hõõrdub; niiviisi tekib peenaines ning ihutakse siledaks ja ümaraks rahnud, munakad ja kruusaosakesed.



Joonis 20. Fedtšenko liustik Pamiiris.

Liustikukeele otsa kohal kuhjub jää poolt ühesveetav, s. o. liikuv moreenaines jää sulamise tõttu paigalejäävaks poolkaarekujuliseks serv- ehk otsmoreenvalliks.

Koos kaasavõetud põhimoreeniga erodeerib liikuv jää oma sängi, andes sellele ristlõikes U kuju. Kõvemad ja vastupidavamad osad aga voolitakse silekaljudeks, millede järsem nõlv asub liustiku liikumissuunas.

Vastandina jõeorule ei ole liustiku poolt uuristatud org ühtlase langusega, vaid on astmeline ning lõpeb allosas künnisega. Selle taha jääb nõgu, kuhu liustiku taganemisel võib tekkida järv.

Liustiku pinnal ja põhjas jää sulab, eriti intensiivselt suvel. Sulamisveed tungivad pinnalt pragusid kaudu liustiku sisemusse ja sealt kuni põhjani, kus jätkavad oma teekonda allapoole. Liustikukeele lõpul väljuvad nad jää põhjas asuva võlvialuse — liustikuväravа kaudu setterikaste ojadena. Need annavad sageli alguse suuremaile jõgedele, nagu näiteks Terekile, Kubanile jne.

Jääsulamisvete toimel sünnib aine ümberpaigutamisi otsmoreenkuhjatistes ja tekib kaarja moreenvalli välisserva ette kaasatoodud ja siin settinud liivast tasane, veidi kallak liivik ehk sandur.

Niisugust liustikku, kus firninõgu saadab välja vaid ühe liustikukeele, nimetatakse alpi liustikuks. Neist suurimad on: Aletschi liustik (27 km pikk) — Alpides, Dõh-Su (15,2 km pikk) ja Bezingi (13,5 km pikk) — Kaukasuse peaahelikus, Fedtšenko liustik (ligi 80 km pikk) — Pamiiris (joon. 20).

Kui ulatuslikult ja tasaselt firniväljalt laskub mitu liustikukeelt, siis on meil tegemist norra liustikuga, nagu neid kohtame Skandinaavia mägedes, kus leidub rohkesti tasaseid, üle lumeraja ulatuvaid kõrglavasid (fjelde).

Alaska rannikuahelikes, mis sarnanevad oma ehituselt Alpidega, koguneb rikkaliku sademetehulga (5 m aastas), geograafilisest asukohast tingitud lumeraja madala asendi (900—1200 m), tippude suure kõrguse ja lühikese suve tõttu nii palju lund, et neist mägedest allavalguvad liustikud ühinevad orgudes ja rannikutasandikel ulatuslikeks, aeglaselt edasinihkuvaiks jääväljadeks. Nende vahelt kerkivad kõrgemale vaid mäeahelike ülemised osad. Ühe siinse suurima liustiku Malaspina pindala on 3500—4000 km². Niisugused liustikud kannavad eesmaa-liustiku nimetust.

7. Mannerjää tegevus.

Antarktika, Gröönimaa ja mõned Põhja-Jäämere saared on kaetud *mannerjääga*. Gröönimaal ulatub see merre vaid lahesoppides, kus murdudes tekitab ujuvaid jäämägesid, kuna mujal jääb jäälava ja ranniku vahele kitsas vaba maismaariba. Antarktikas tungib aga mannerjää $^4/_5$ randjoone ulatusel merre, kus lõpeb järsu seinaga ning murdub tõusu ja mõõna kaasabil suurteks lavasarnasteks ujuvateks jäämägedeks, mis on iseloomulikud Lõuna-Jäämerele.

Gröönimaal on mannerjää maksimaalne paksus üle 2000 m, Antarktikas tunduvalt väiksem. Neist esimesel ulatuvad ääreosades jääst välja üksikud kõrgendikud (nunatakid), teise lääneosas aga terved mäeahelikud oma latvadega. On kindlaks tehtud, et mannerjää välispinna kuju ei olene tema all lamava maismaa pinnamoest.

Kogu mannerjää mass liigub keskkohast servade poole, liikumiskiirus aga on väike — 20 m aastas. Ainult ääreosadest merre valguvail liustikukeeltel ulatub see üle 500 m (joon. 21).

Jäälava serv on lõhestatud pragudest; suvel tekivad tema pinnal, lume sulamisest päikesekiirituse mõjul, lamedad lohud ning voolu- ja seisuvee vormid ajutiste ojade, jõgede ja järvede näol, millede kallasteks on vettinud lumi. Talvel aga valitseb jäälaval lõikav pakane koos kohutavate lumetormidega. Antarktika mandril ja Gröönimaa siseosades ei tõuse kõige soojema kuu kesktemperatuur üle 0°.

Eriti laialt oli mannerjää levinud *jääajastikul* (jääajal), kattes tol ajal miljoneid ruutkilomeetreid Euroopast, Aasiast ja Põhja-Ameerikast. Liikudes oma lähtekohast aeglaselt lõunakaarte suunas, kujundas ta ümber enda all lamavat maapinda, tekitades sinna mitmesuguseid kulutamis- ja kuhjamisvorme. Need tulid pärast mannerjää sulamist päevavalgele ja on püsinud tänaseni. Nende põhjal võimegi teha

järeldusi mannerjää tegevuse kohta, tema mõjust maismaa pinnaehitusele.

Sel alal teostatud uurimused näitavad, et mannerjää avaldas oma tegevusega kulutavat, kandvat ja kuhjavat toimet. Kulutamine oli valitsev mannerjää lähtealal ja selle lähemais piirkondades. Tugevasti on kulutatud, siledaks ihutud ja jää põhjas kaasaveetud munakate poolt kriimustatud fjeldide pind, kust kõrvaldati ka kogu lahtine aines ja vooliti aluspõhja



Joonis 21. Mannerjää alalt merre suubuv liustikukeel Gröönimaal.

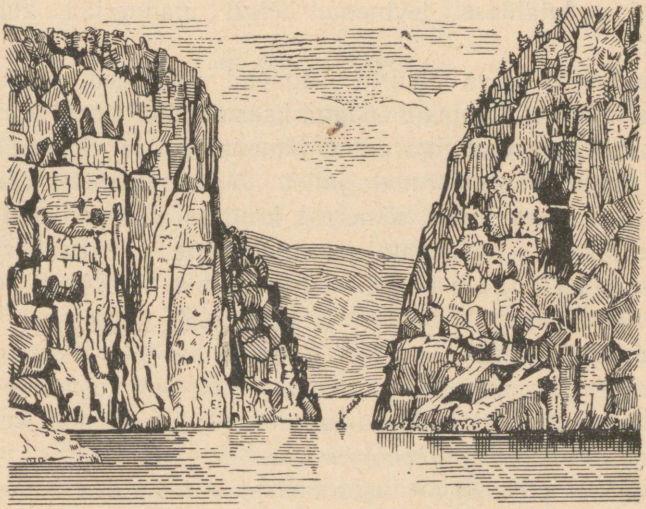
vastupidavamad osad *silekaljudeks*. Samasuguseid jäätegevuse jälgi leidub ka Karjala-Soome NSV-s, Põhja- ja Kesk-Soomes, väiksemal määral Põhja-Eestis ja mujal.

Teatav osatähtsus oli mannerjääl ka *fjordide* tekkeloos, sest tema andis neile ennejääaegseile tektoonilistele ja vooluvete erosiooniga edasiarendatud orgudele nende praeguse kuju, mis sarnaneb Alpide ruhioruga. Fjordid on aga oma mõõdetelt ruhiorgudest tunduvalt suuremad. Sognefjordi pikkus on 180 km, keskmine laius 6,5 km, suurim sügavus allpool veepinda 1200 m ja suurim kõrgus veepinnast 1500 m. Paljude fjordide lisaorud on rippuvad, neis voolavad jõed langevad fjordi jugadena. Fjorde leidub Norras (joon. 22), Muurmani rannas, Uus-Meremaal, Gröönimaal, jm.

Kogu mannerjää poolt kaasavõetud materjal, hõõrdudes

omavahel või kokku puutudes kõvema aluspinnaga, ümardus ja peenenes, muutudes savist, liivast, sõmerast, kruusast, munakaist, rändrahnudest ja -pangastest koosnevaks moreeniks.

Mannerjää ühtlasel ja kiirel taganemisel jäi moreen maha sortimata vaibana põhimoreeni nime all. Ta katab ulatuslikke alasid ja omab kergelt lainjat pinnamoodi.



Joonis 22. Norra fjord.

Jää sulamisel jäid maha ka rändrahnud, mis olid toodud tuhandete kilomeetrite kauguselt. Mõnest haruldasemast kivimiliigist pärinevate rändrahnude leviku järgi võib kindlaks määrata mannerjää liikumisteed. Rändrahnudest märksa suuremad rändpankad erinevad esimestest oma kohaliku päritoluga (näiteks paekihtidest pärit olevad pankad Eestis).

Taganeva mannerjää serva kestvamal püsimisel ühel kohal kogunesid sinna otsmoreenkuhjatised, mida ise-

loomustavad kõrgendike suur sagedus ja nõlvade suur kallakus. Silmapaistvaid otsmoreenkuhjatisi asub NSV Liidu loodeosas. Sama tekkega on ka Haanja ja Otepää kõrgustik.

Mannerjää etteulatuvate soppide, nn. „keelte" all tekkisid *voored* ehk *drumlinid*, ovaalse põhijoonega, ühtlase tõusuga lamedad selgkõrgendikud, mis esinevad paralleelsete ridadena. Neid katab pinnalt põhimoreen, kuna tuum koosneb aluspõhja kivimist või sorditud liivast ja kruusast. Voored on laialdaselt levinenud kõigil mannerjää kuhjatisaladel.

Mannerjää serva lõikusid sügavad pikilõhed, milledesse jää sulamisveed kuhjasid endaga kaasatoodud ainest kihtidena — rikkalikuma veehulga puhul jämedamast ja väiksema veehulga puhul peenemast materjalist. Jää taganemisel jäid need kuhjatised maha liivast, sõmerast, kruusast ja munakaist koosnevate pikkade, looklevate, järsunõlvaliste ja kitsaharjaliste *vallseljakutena* ehk *oosidena*. Rohkesti esineb vallseljakuid Karjala-Soomes ja Eesti NSV põhjaosas.

Mannerjää tegevusega on seotud ka *uurdeorgude* tekkimine, mis uuristati samades jäälõhedes voolavate sulamisvete poolt. Eestis leidub uurdeorge rohkem maa kesk- ja lõunaosas, vähem põhjapoolses osas.

Jääserva pikemal peatusel uuristasid tema ette kogunenud sulamisveed oma äravooluteedena maapinda sügavad ja laiad orud, mis kulgevad rööbiti jääservaga. Need on ürgorud, mis ületavad oma mõõdetelt uurdeorge ja on alati seotud endist jääserva tähistavate moreenkuhjatiste ridadega.

Kohtades, kus sulamisveed kandsid endaga rohkesti liiva, kuhjus see jäälõhedes vahelduva pinnamoega *mõhnastikeks* või sadestus jääservast kaugemal lamedaiks deltataolisteks *liivikuteks* ehk *sanduriteks*.

Sulamisvetest jääserva ette tekkinud paisjärvedesse settis peenaines *viirsavina*, millest igal aastal tekkis kaks kihti — suvel suurema veehulga puhul jämedamast ja talvel

väiksema veehulga puhul peenemast materjalist. Viirsavide abil on hiljem üsna hea eduga mõõdetud jääaja kestust.

Jääajal mannerjääga kaetud aladel on rohkesti järvi. Neid leidub jää poolt uuristatud või süvendatud lohkudes, kõrgendikuvahelistes nõgudes, moreenkuhjatiste taha paisutatuina ning uurde- ja ürgorgudes. Sageli on järved koondunud aheljärvestikeks või hulgaviisi omavahel ühendatud nagu näiteks Karjala-Soome NSV-s.

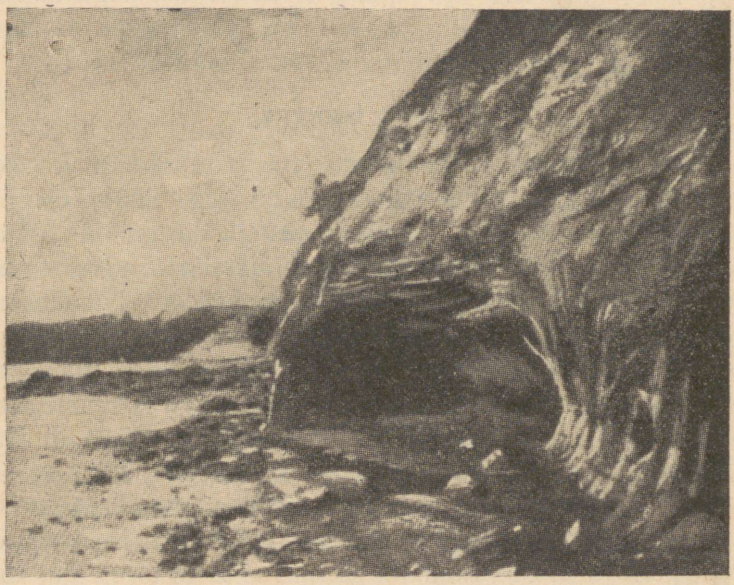
8. Mere tegevus.

Kaunis on meri vaikse ilmaga, mil ta rahulikult veeretab oma laineid kollasele rannaliivale, kuid unustamatu on pilt vihaselt mässavast, tormitsevast merest järskrannikul. Tohutu jõuga viskuvad siis lained vastu kaldajärsakut, andes sellele võimsaid lööke ja pihunedes ise kõrgele paiskuvaks vahusambaks. Mõõtmiste abil on kindlaks tehtud, et Atlandi rannikul Šotimaal võrdub lainete surve tormi ajal kaldapinna ühele ruutmeetrile 30 tonniga, Põhjamerel 15 tonniga ja Läänemerel 10 tonniga. Sellele suurele vee purustavale jõule aitavad omalt poolt kaasa koos lainetega vastu rannakaljusid paisatud kivide ja liiva ning kaldajärsakuis leiduvaisse lõhedesse ja urgudesse kokkusurutud õhu lõhkuv toime. Vaatluste teel on tähele pandud, et Šoti rannikul paiskuvad kivid tormi ajal kuni 30 m kõrgusele, ja ühel juhul purustasid nad tuletorni akna 100 m kõrgusel üle meretaseme.

Meremurrutuse tulemusena tekib järskrannikul maismaa suunas laienev, madala veega kaetud tasane r a n n i k u l a v a, mis lõpeb astanguna kerkiva r a n n a j ä r s a k u g a. Selle jalamisse on kulutatud koopataolised murrutuskulpad (joon. 23), aga ülaosas tungivad soppidena ettepoole karniisid. Kui randjoone nihkumist ei esine, ulatub lainete lõhkuv tegevus ainult teatud kauguseni, kus see lakkab. Tungib aga meri mandri poole, laieneb rannikulava üha enam maismaa suunas,

nii et ulatuslikud mandriosad või terved mandrid kuluvad tasaseks. Mere lõhkuvat tegevust nimetatakse murrutuseks ehk abrasiooniks.

Lauskrannikul on mere murrutus seotud maismaa vajumise või meretaseme kerkimisega. (Näiteid selle kohta vt. lk. 34 „Maakoore iidsed kõikumised".)



Joonis 23. Rannamõisa pankrannik veest uuristatud murrutuskulpaga.

Kõrvuti purustava toimega avaldavad lained ka edasikandvat ja kuhjavat tegevust. See ilmneb eriti selgejooneliselt lauskrannikul. Veeredes rannale või valgudes sealt tagasi, jätavad lained maha nende poolt kaasatoodud liiva ja teisi murenemissaadusi. Neist osa kuhjatakse randvallina maismaale, teine osa — rööbiti rannaga kulgevate liivakehvlitena merre.

Kui meres esineb valitsevate tuulte mõjul rannikuhoovus,

siis kantakse liiv ja muu aines edasi piki randa *rannaaju* näol. Neemede tipul väheneb hoovuste liikumiskiirus ja kaasatoodud aines setib. Tekib *maasäär*, mis üha pikenedes võib liituda mõne saarega, muutes selle poolsaareks (näit. Paljassaar), või eraldada merest madala laia lahe — *säärlõuka* (hafi) ehk *laguuni*[1]. Läänemeres on Kura säärlõugas neist üks suurimaid.

Mere geoloogilises tegevuses on oma osatähtsus ka loetel. Tõus laiendab jõgede lehtersuudmeid, kuna mõõn kõrvaldab neist sinna kogunevad setted, kaitstes seega jõe suudmeala madaldumise eest. Lõhkuvalt mõjub tõusulaine pikkades ja kitsastes merelahtedes. Fundy lahes Põhja-Ameerika idarannikul on ta purustav toime sedavõrd suur, et ähvardab tulevikus eraldada mandrist Uus-Šotimaa poolsaart, mis tänapäeval on ühendatud teineteisega 20 km laiuse maakitsusega.

Mere kuhjava tegevuse kõige suurejoonelisemaks nähtuseks jääb aga uute maakoorekihtide tekkimine maailmamere põhjas *meresetete* näol.

Ookeanid oma ääreosadega on Maakera suurimad settimisbasseinid. Lisaks settematerjalile, mis kantakse siia jõgede poolt maismaalt või saadakse mere tegevuse tulemusena rannast, pärineb osa ainesest merest endast, tekkides seal elanud organismide veekogu põhja sadestunud jäänuseist. Nii on meresetted oma päritolult minerogeensed (anorgaanilised), näit. liiv ja savi, ning biogeensed (orgaanilised), näit. korallrahud ja karpide kogumid. Nad ladestuvad omavahel rõhtsate, korrapäraste kihtidena ja nende paksus võib ulatuda kilomeetreisse. Meresetete iseloom sõltub settimiskoha kaugusest maismaast, tema sügavusest, asendist kliimavööndis ja merepõhja kujust. Meresetted jagunevad: 1) laugmere-, 2) mandrinõlva- ja 3) süvamere-setteiks.

[1] Musta ja Aasovi mere põhjarannikul esinevad limaanid on maasäärega eraldatud, mereveest üleujutatud jõesuudmed, mis on tekkinud maapinna vajumisel.

Laugmere-setted (0—200 m sügavusel) koosnevad eeskätt rannast saadud, lainete tegevusel ümardatud ja peenendatud materjalist ning jõgede poolt kohalekantud ainesest, mis sadestub soolases merevees kiiremini kui magedas jõevees.

Eriti intensiivne on settimine kahe vastassuunalise hoovuse kokkupõrke kohal, kuhu tekivad liivakehvlid või madalikud. Näitena olgu 500 km pikkune Newfoundlandi madalik samanimelisest saarest kagus, Golfi ja Labradori hoovuse kohtamiskohal.

Et raskemad osakesed sadestuvad rannale lähemal, siis on laugmere-setete järjestus, alates rannast, järgmine: kruus, sõmer, liiv, muda ja savi.

Laugmere-setteist võtavad osa ka mereorganismid. Olgu nimetatud vaid ulatuslikud korallrahud troopikavetes või mitmesuguste loomade kodadest tekkinud lubimuda ja lubiliiv. Kuiva kliima alade meredes setib vee suure aurumise tõttu keedusoola ja kipsi.

Mandrinõlva-setteist (200—3000 m sügavusel) on levinenuim lubjarikas orgaanilise päritoluga sinine hiib, mille värvus tuleb väävelrauasisaldusest. Paiguti läheb ta üle lubjakiviks, paiguti glaukoniiti sisaldavaks roheliseks, lössi sisaldavaks kollaseks või lateriiti sisaldavaks punaseks hiivaks.

Süvamere-setteist (üle 3000 m sügavusel) on hele globigeriinhiib üks levinenumaid. Ta koosneb samanimeliste juurjalgsete lubikodadest, lasub 2500—4000 m sügavusel ja katab ligi 103 milj. km² pindala.

Kiireliste toestest (joon. 27) tekkinud ränihappeline radiolaarmuda esineb üle 4000 m sügavusel ja võtab enda alla umbes 12 milj. km² maailmamere põhjast, eriti Vaikse ja India ookeani troopilistes osades. Vetikate ränikestadest koosnev hele diatomeedemuda levib 23 milj. km² ulatuses peamiselt külmades polaarmeredes, eeskätt lõuna-

poolkeral. Pindalalt (130 milj. km²) on süvamere-setteist esikohal üle 5000 m sügavusega ookeani osades valitsev punane sau, mille päritolu pole veel tänapäevani lõplikult selgitatud. Temas leidub ligi 20% radiolaarmuda.

Suuremais sügavustes lasuvad setted ei sisalda süsihaput kaltsiumi, sest settivad loomade lubikojad lahustuvad vees enne merepõhja jõudmist.

9. Organismide geoloogiline tegevus.

Oleme juba korduvalt puudutanud organismide osa Maakera välispinna kujundamisel ning mineraalide ja kivimite tekkimisel. Alljärgnev ülevaade annab lühikese kokkuvõtte taimede ja loomade geoloogilisest tegevusest — selle alalhoidvast, lõhkuvast ja kuhjavast toimest.

Külmades meredes katab kaldajärsaku jalamil asuvaid rannakaljusid vetikate kiht, mis kaitseb kaljusid lainete purustava mõju eest. Mõõna ajal soodustavad mudasel rannal kasvavad soolakutaimed lahtise settematerjali kinnitumist laguunides ja lehtersuudmeis, nagu teevad seda näiteks soojades meredes mangroovtaimistud. Tihe taimkate pidurdab tuule ärapuhuvat ja vooluvete uuristavat tegevust; metsad mäenõlvadel takistavad pinnase ärauhtmist ning on kaitseks maalihete ja lumeveermete vastu.

Teisest küljest teame, et taimede juured, tungides kivimi lõhedesse, laiendavad neid, ja eraldades happeid, mõjuvad kivimile lahustavalt, kiirendades mõlemal juhul murenemisprotsessi.

Maapinnal kõdunevaist taimejäänuseist tekib bakterite kaastegevusel huumus, millel on suur tähtsus muldkonna kujunemisel. Soodes ja rabades tekib õhuhapniku puuduliku juurdepääsu tõttu sammalde ja teiste rohttaimede pikaldasel söestumisel turvas, mille kihtide kogupaksus ulatub meetreisse. Samasuguseis tingimustes on tekkinud vanemate geo-

loogiliste ajastute soostunud ürgmetsades kasvanud ja hiljem mutta mattunud puuhiiglaste tüvedest rikkalikud pruun- ja kivisöe-lademed. Meie põlevkivi koostises on ligi 50% väljasurnud mikroskoopilisi siniroheliisi vetikaid, mis elutsesid sadu miljoneid aastaid tagasi Põhja-Eesti kohal laiuvas madalas meres. Koos vetikatega settis selles veekogus rohkesti mitmesuguste mereloomade lubikodasid, mis jäid põlevkivisse kivististena.

Meresetteist tekivad taimede kaasabil veel diatomeedemuda ja osa lubjakive, viimased lubivetikate ja bakterite tegevuse tulemusena.

Maismaa veekogudes eritavad mändvetikad järvede veest süsihaput kaltsiumi järvekriidi näol; mitmesugused allikais kasvavad taimed, eeskätt vetikad ja samblad, eritavad sama ühendit allikaveest lubjatufina. Soodes ja järvedes lagundavad rauabakterid vees lahustunud rauaühendeid, muundades need põhja sadestuvaks pruunrauamaagiks, millega vabastavad endile elutegevuseks vajaliku energia. Niisuguse tekkega on osaliselt Tuula, Lipetski rajooni ja Kertši poolsaare pruunrauamaagi-lademed.

Taimkattega kinnistatud endistel tuiskliiva-aladel võib ettevaatamatu karjatamine sageli rikkuda kaitsva taimestikvaiba; siis tekivad tuiskliiva-alad uuesti.

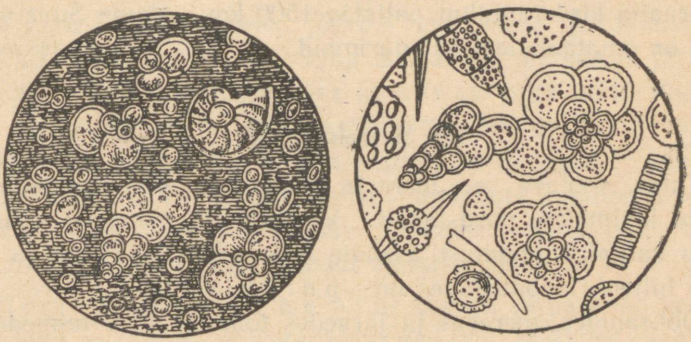
Paljudes kohtades aitavad maa sisse kaevunud loomad oma tegevusega tunduvalt suurendada lahtise ainese hulka pinnases, nagu oletatakse seda Kalahari ulatuslike lahtise liiva alade suhtes.

Loomade lõhkuvast tegevusest on suurem nende ülesehitav toime.

Üks tähtsamaid maavarasid — nafta — tekkis organismide, eeskätt loomade jäänuseist, mis kuhjusid suuremal hulgal niisuguste veekogude põhja, kuhu hapniku juurdepääs oli raskendatud. Nüüdisajal on sellised soodsad tingimused orgaanilise ainese tohutute masside kogunemiseks Mustas ja

Kaspia meres, kus vesi teatavast sügavusest alates sisaldab väävelvesinikku, olles ühtlasi väga hapnikuvaene.

Kiireliste toestest tekkinud radiolaarmudaga tutvusime juba meresetete käsitlemisel. Paljude foraminifeeride (kambriliste), näiteks rivilase (*Textularia*) ja keralise (*Globigerina*) lubikojad on suure osatähtsusega lubjakivide tekkimisel, millede hulka kuuhub ka valkjas või kollakas peene-



Joonis 24. Kambriliste kodasid tugeval suurendusel. Vasakul — Atlandi ookeani mudas, paremal kriidis.

teraline kriit (joon. 24). Osa lubjakive koosneb peaaegu täielikult loomade kivististest, nagu näiteks käsijalgse *Pentamerus borealis*'e kodadest tekkinud *borealis*-lubjakivi meie Tamsalu lademes ja meriliiliate jäänuseist moodustunud jämedakristalliline Vasalemma „marmor".

Suur geoloogiline tähtsus on soojades meredes elutsevail sardkorallidel, kes oma lubiskelettidest aegade jooksul ehitavad ulatuslikke uusi maakooreosi. Need korallid võivad esineda ainult seal, kus veetemperatuur ei lange alla 20° ja vesi on soolane, selge, õhu-, valguse- ja toidurikas. Seetõttu piirdub nende levimisala 28° põhja- ja 28° lõunalaiuse vahel asuvate ookeaniosadega. Randa otseselt palistavat korall-

moodustist nimetatakse r a n n a k a r i k s, kanali läbi rannast lahutatud osa — v a l l r a h u k s. Rõngakujulist korallsaart tunneme r õ n g a s s a a r e ehk a t o l l i nime all. See piirab keskel asuvat ümmargust ja madalat laguuni. Et korallid üle 90—120 m sügavuses enam ei arene, siis kasvavad nad merepõhja vajumisel kiiresti ülespoole; sellega on seletatav paljude korallmoodustiste suur paksus. Rõngassaarte ja vallrahude poolest on eriti rikas Vaikse ookeani troopiline osa. Austraalia kirderannikut palistav 1500 km pikkune Suur vallrahu on omataoliste seas suurimaid.

10. Settekivimid.

Tuule, voolava vee, mere ja teiste välisjõudude tegevus mõjub kivimeisse purustavalt. Viimaste lagunemisel saadud ained kantakse enamasti eemale oma tekkimispaigast ja see setib hiljem, moodustades nn. p u r d k i v i m i d.

Ookeanides, meredes ja järvedes toimub pidev taimede ja loomade jäänuste kogunemine veekogu põhja sadestumise teel. Massilisi taimorganismide kuhjumisi võib teatud tingimustel esineda ka maismaa-aladel (näiteks soodes, rabades, soostunud ürgmetsades). Need on o r g a a n i l i s e d s e t t e d.

Järvedes ja merelahtedes, mille vesi on sooladest küllastunud, sadestub osa soola kristalliseerumise teel veekogu põhja ja kasvab seal aja jooksul tüsedaks mineraalsoolalademeks. Samasugune nähtus esineb ka soolajärvede ja lahtede kuivamisel. Nõnda tekivad k e e m i l i s e d s e t t e d.

Purdkivimid koos orgaaniliste ja keemiliste setetega loetakse s e t t e k i v i m i t e rühma.

Settekivimite tähtsaimaks tekkimispaigaks on meri, millele järgnevad maismaa, jõed, järved jne. Need on settimisalad, kus tekivad vastavalt mere-, maismaa-, jõe-, järvesetted jt. Sage on settekivimite esinemine kihtidena, mis rikkumata kihituse puhul on rööpsed.

Kivimite purunemisel tekkinud purdsetted on mitmesuguse terasuurusega. Vastavalt viimasele liigitame nad rahnudeks, munakateks, kruusaks, sõmeraks, liivaks, mölliks ja saueks.

Rahnude ja munakate teke on seotud murenemise ning mere ja liikuva jää geoloogilise tegevusega. Rahne ja munakaid leiame mägedes ja rannajärsaku jalameil asuvais rusukaldeis ning liustike ümbruses ja varem jääkatte all olnud aladel.

Kruus tekib ojade, jõgede, mannerjää ja jääliustike sulamisel vooluvete sängis ning ookeanide, merede ja järvede rannal. Tema mineraloogiline koostis on väga mitmesugune. Vee liikumisest põhjustatud vastastikusel hõõrdumisel on kruusakivikesed omandanud keraja, munaja, ümmarguse või lapiku kuju. Eesti NSV-s leidub rõhuvas enamikus mannerjää sulamisvete toimel tekkinud kruusa. Kruusa kasutatakse teede ehitamisel, ehitustöödel, betooni valmistamisel jm.

Sõmera teke ning kivimiline koostis sarnanevad kruusa omadega, kuid tema terasuurus on väiksem, kõikudes 2—4 mm piirides. Teda kasutatakse mitmesugustel ehitustöödel.

Purdkivimit, mille terasuurus on 2—0,2 mm, nimetatakse liivaks. Liiva leidub nii mere- kui ka maismaa-setete seas; ta on kantud kohale tuule, jõgede, jääliustike sulamisvete ja mere tegevuse läbi. Liiv koosneb peamiselt kvartsiterakestest, millede seas leidub vähemal määral paekivi ja vilgu (eriti heleda muskoviidi) mineraalide osakesi. Mõned lisandid annavad liivale erilise värvuse, näit. raud — kollase või punase, glaukoniit — rohelise jne. Liiva kasutatakse laialdaselt tehnikas. Ühtlase terasuurusega mitte liiga peenikest liiva, milles on lubatav ainult minimaalne rauasisaldus, vajatakse klaasitootmisel. Teravaservalistest terakestest koosnev liiv on heaks lihvimisvahendiks. Kõige ulatuslikumat rakendamist leiab aga liiv ehitustehnikas mitmesuguste kunstkivide ja muu ehitusmaterjali valmistamisel.

Eestis leidub klaasiliiva Võrumaal Piusa jaama lähedal ja Pärnumaal Tori juures.

Liivad, mis on tekkinud väärismetalle või mõnda muud maavara sisaldava kivimi purunemisel, esinevad nimetatud maavarade (näiteks kulla, plaatina, tinakivi, volframiühendite, korundi jt.) leiukohtadena. Majanduslikult suurimat tähtsust omavad neist jõesetted.

M ö l l, mille terasuurus on 0,2—0,002 mm[1], on jääaegsete paisjärvede sete ja esineb seetõttu peamiselt madal-Eestis. Hõõrumisel pudeneb ta peeneks tolmuks, ilma et tunneksime sõrmede vahel üksikuid teri. Möllile seisab omaduste poolest lähedal l ö s s.

Purdkivimeist on s a u e d kõige väiksema terasuurusega — alla 0,002 mm. Sauedest väärtuslikem on k a o l i i n. See tekib päevakivi porsumisel ja koosneb kaoliinidest ühes väheste lisanditega. Nagu teisedki saued, on kaoliin veega segatult plastiline, laseb end siis vormida, kõvastub põletamisel ega muutu seejärel enam plastiliseks. Nende omaduste tõttu kasutatakse kaoliini portselanitööstuses toorainena. Portselansaue väärtus sõltub tema keemilisest koostisest (soovimatud lisandid), plastilisusest, paisumissuurusest ja sulamistemperatuurist. Parimate kaoliinide sulamistemperatuur on 1800° piirides. Põletatud portselan on valge.

NSV Liidus leidub kõrgeväärtuslikku kaoliini Ukrainas Kiievi, Žitomiri ja Mariupoli rajoonis, Uuralis Zlatousti rajoonis Tšebarkuli linna lähedal, Siberis Krasnojarski ja Irkutski juures.

Kui sau oma tekkimiskohal või ümbersettimisel seguneb liivaga, muutub ta s a v i k s. Eesti NSV-s leiame ida pool paekalda alumises osas paljanduvat s i n i s a v i, mannerjää poolt mahajäetud m o r e e n s a v i, jääpaisjärvedes sadestunud pee-

[1] Teaduses nimetatakse 0,02—0,002-mm terasuurusega purdkivimit „ibe'ks", millel on möllist mõnevõrra erinevad füüsilised omadused.

nekihilist viirsavi ja hilisemal ajal vete poolt lohkudesse kantud uhtsavi.

Sauele ja savile annavad värvuse neis leiduvad lisandid. Kolmevalentse raua ühendid annavad neile punase, kahevalentse raua omad roheka või sinakashalli, püriit samuti sinakashalli ja orgaanilised ühendid halli kuni musta värvuse.

Tulekindlast sauest valmistatakse tulekindlaid kunstkive ja muid esemeid, savist samuti kunst- ja katusekive, kraavitamistorusid, savinõusid jm. Tsemendipõletamisel segatakse savi lubjakiviga.

Kruus, sõmer, liiv ja savi on pudevad, nagu algul kõik setted. Aja jooksul nad aga tihenevad, nende osakesed liituvad, kuni neist kujunevad kõvad, kompaktsed kivimid. Selles protsessis aitavad kaasa ülalpool asuvate kihtide surve ja maa sees liikuvad, sageli küllastunud vesilahused. Lahused tungivad kivimisse, neis lahustunud ained sadestuvad seal ja seovad üksikuid kivimiosakesi.

Kruusaosakeste liitumisel süsihapu lubja, ränihapendi või rauasoolade abil tekib konglomeraat, teravaservalise kiviklibu liitumisel aga bretšia.

Samade ühendite lahuse liiva tungimisel ning sadestumisel tekivad liivakivimid, mis on mitmesuguse kõvaduse ja terasuurusega. Vastavalt neile omadustele kasutatakse liivakivi ehitusmaterjalina ja luiskude ning käiade tootmiseks.

Sau tiheneb tumeda värvusega sauekildaks, mis koosneb õhukestest lehekestest — kiltadest. Kivimit kasutatakse kirjutustahvlite ja krihvlite valmistamiseks ning katuste katmiseks.

Ülemineku purdkivimeilt orgaanilistele kivimitele moodustavad lubjakivid. Nad on rõhuvas enamikus meresetted ja tekivad veepõhja kuhjunud, organismide jäänustest koosneva lubimuda tihenemisel, taimede ja loomade poolt ehitatud rahudest, süsihapu lubja sadestumisel bakterite abil mereveest jne.

Lubjakivi esineb — rahumoodustised välja arvatud — alati kihitatuna (kusjuures kihtide paksus on mitmesugune); tal on laialdane levimisala.

Lubjakivide keemiline koostis sõltub settimistingimustest. Puhtast süsihapust kaltsiumist koosnevat lubjakivi nimetatakse kaltsiidiks. Sisaldab kivim savi, siis on ta savikas lubjakivi, rohke savisisalduse puhul aga mergel. Süsihapu magneesiumi lisandusega kivimit nimetatakse dolomiitjaks lubjakiviks. Leidub kivimis magneesiumiühendit aga 46%, siis on meil tegemist dolomiidiga.

Lubjakivi võib dolomitiseeruda mitmesuguste magneesiumisoolade mõjul, muutuda limoniidiks rauasoolade, hapniku ja vee ühisel toimel ning fosforiidiks fosforit sisaldavate ühenditega, näiteks guaanoga kestval kokkupuutumisel.

Lubjakivi kasutatakse ehitusmaterjalina, lubjapõletamisel, kõnniteede sillutamisel, tsemendi valmistamisel, metallurgias, keemiatööstuses jne.

Orgaaniliste setete hulka kuuluvad kütteainetena kasutatavad turvas, pruunsüsi, kivisüsi, põlevkivi ja nafta. Neist neli esimest on tekkinud veekogudesse või veerikastele aladele kokkukuhjunud taimejäänuste söestumisel hapniku puuduliku juurdepääsu tõttu. Koos ajaga suurenes setetes süsinikuhulk, vähenesid niiskus ja hapnikusisaldus, milledega kaasnes kütteväärtuse tõusmine. Turbal kui noorimal neist setteist on orgaanilises osas 60% süsinikku, ja edasi vanuse järjekorras: pruunsõel 70%, kivisõel 82% ja antratsiidil 94%. Vastavalt sellele on kütteväärtus kõige väiksem turbal ja kõige suurem antratsiidil.

Turvas tekib soodes ja rabades. Turbakihi paksus on mitmesugune. Eesti NSV rabades ulatub see kuni 10 meetrini.

Raba pinnalähedastes osades on kõdunemisprotsess vähe edenenud, tekkinud turvas on väikese kütteväärtusega ning seda kasutatakse ainult alusturbana ja pakkimisvahendina.

Sügavais kihtides on turvas kõdunenud, tihedam ja tumeda värvusega.

Sooturvas koosneb pruunsamblast ja tarnast ning on tuharikkam kui turbasamblast koosnev rabaturvas. Turvast kasutatakse kütteaineks labida- ja masinaturbana ning briketina. Suurt tähtsust omab turvas elektrijõujaamade kütteainena.

P r u u n - ja k i v i s ü s i tekkisid metsades, kus valitsesid arvatavasti samad tingimused, mis on tänapäeval Põhja-Ameerika küpressisoodes ja Sumatra metssoodes. Seda tõestavad tolleaegsete puude hiigelkasv, tüvede paksenemine alumises osas, suure labaga lehed, nõrk ja rõhtsalt leviv juurestik jne. Need tunnused on omased tänapäeva troopiliste ja lähistroopiliste alade metssoode puudele.

Suured mäetekkelised liikumised karbonis (kivisöemetsade ajastul) muutsid korduvalt maapinna reljeefi ja mõjutasid ta taimkatet. Selle tulemuseks on kivisöe esinemine ülestikku asuvate kihtidena, mis on üksteisest lahutatud sütt mittesisaldavate vahekihtidega. Nii ulatub Kuzbassis kivisöe- ja vahekihtide kogupaksus kohati 800 meetrini.

NSV Liidus on tähtsaimad kivisöe leiukohad Donbass, Kuzbass ja Karaganda.

Tohutud kivisöe- ja pruunsöevarud on avastatud Kesk- ja Ida-Siberis — Leena ja Jenissei jõgikonnas.

Kütteaine kõrval on sütel suur tähtsus metallurgias ja keemiatööstuses.

Põhja-Eestis leiduv p õ l e v k i v i (õlikivi liik) on meresete, mille orgaaniline osa koosneb mikroskoopilistest vetikatest. Ta on Eesti NSV tähtsaim maavara ja meie raskетööstuse alus. NSV Liidu teistes osades leidub õlikivi Leningradi oblastis, kuhu jätkuvad Eesti NSV põlevkivikihid, ja Volga jõgikonnas. Õlikivisid kasutatakse destilleerimiseks ja kütteainena.

N a f t a on vedel kivim ja koosneb hulgast küllastunud ja küllastumata süsivesinikest. Ta on tekkinud hapnikuvaesesse

merre kuhjunud organismide jäänuseist, mis sattusid merepõhja vajumisel sügavamale ja kattusid üha pakseneva nooremate setete kihiga. Suur surve ja kõrge temperatuur põhjustasidki nende muundumise naftaks.

Keemilistest setetest esineb sagedasti kivisool (NaCl). Küllastunud soolajärvedes setib see põhja üha paksenevaks lademeks. Ületab seejuures aurumine vee juurdevoolu, siis kuivab järv lõpuks hoopis ja kogu temas leiduv sool sadestub. Kips kui raskestilahustuv ühend jääb alla, temal lasub kivisool ja viimasel omakorda kergestilahustuvad kaaliumi- ja magneesiumisoolad. Kattub niisugune soolalade pinnalt vett pidavate kihtidega, siis jääb ta püsima pikemaks ajaks. Sageli kerkib neis soolakehades ülaltpoolt tuleva surve mõjul osa soolast sealt, kus vastusurve on väiksem, sambana ülespoole.

NSV Liidus asuvad maailma suurimad soolajärved — Kaspia ja Araali järv. Soolajärvi leiame Volga alamjooksu piirkonnas (Elton, Baskuntšak), Krimmis, Lääne-Siberis, Kasahstanis ja mujal.

Maailma suurimad kaali- ja kivisoolalademed on Uuralis Solikamski—Berezniki rajoonis. Kivisoola leidub Ukrainas Bahmuti rajoonis, Tškalovi oblastis Iletskaja Zaštšitas ja mujal. Poolas on tuntuimad Wieliczka ja Saksamaal Stassfurdi soolalademed.

Sageli esineb kivisool tervete mägedena: Pärsia lahes Hišimi saarel asuv 6 km pikkune ja 150 m kõrgune mägi koosneb puhtast kivisoolast.

Kaspia mere Karabugasi lahes sadestub mirabiliit ($Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$). Selles 18 000 km² suuruses veekogus on kitsa ja madala väina tõttu ühendus Kaspia merega puudulik ja vee juurdevool väike. Suvel on aga kõrge temperatuuri mõjul aurumine lahes suur. Seetõttu on vees leiduva mirabiliidi protsent kõrge. Kui temperatuur lahes langeb alla 6°, algab soola sadestumine, mis kestab kogu sügise ja talve.

III. Maa ajalugu.

1. Maa ja maakoore teke.

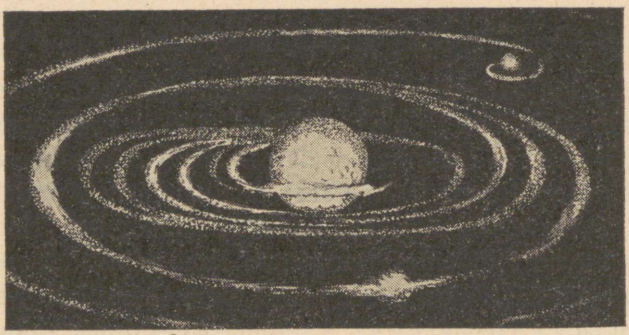
Maa sünd on seotud päikesesüsteemi sünniga. Saksa filosoof Immanuel Kant (1724—1804) ja prantsuse astronoom Pierre Laplace (1749—1827) olid esimesed, kes lõid täheldusväärsed ja laialdast tunnustamist leidnud hüpoteesid päikesesüsteemi tekkimise kohta udukogust. Need õpetused ühtivad üldjoontes (kuigi nad loodi täiesti iseseisvalt), ja seepärast käsitletakse neid sageli koos ühtse Kant-Laplace'i „nebulaarhüpoteesi" („udust-tekkimise"-hüpoteesi) nime all.

Laplace'i arvates oli alguses päikesesüsteemi asemel hõre ja tulipalav pöörlev gaasi- või udukogu. Aja jooksul tekkis selle kerakujulise massi keskossa raskustungi mõjul tihendus — ürgpäike. Seda ümbritsev hõre „atmosfäär" ulatus kaugele väljapoole, praeguse planeedi Neptuuni orbiiti. Kiirates vahetpidamata soojust maailmaruumi, jahtus udukogu üha enam ja hakkas selle tagajärjel tihenema, s. o. mahult vähenema. Liikumishulga [1] jäävuse seaduse põhjal käib aga mahu vähenemisega kaasas pöörlemiskiiruse suurenemine; seetõttu muutus kera lapikuks ja sai endale pöördellipsoidi kuju. Jõudnud kiiruse pideva juurdekasvuga viimaks olukorrani, mil kesktõuketung ületas ekvaatoril kesktõmbetungi, eraldusid seal

[1] Liikumishulgaks nimetatakse mehaanikas punkti kiiruse korrutist tema kaugusega keskpunktist ja massiga.

kerast üksteise järel mitu rõngast, mis jäid kera ümber tiirlema (joon. 25). Aja jooksul tekkisid neis ebaühtlaselt jaotatud massiga rõngastes tihenduskeskused, mis hakkasid endisse koondama ümbritsevat ainet, ühinedes omavahel, kuni lõpuks sai igast rõngast üks kera, s. o. praegune planeet.

Hiljem, kui leiti, et päikesesüsteemi-taoline väike taevakehade süsteem kirjeldatud viisil tekkida ei saa, ega suudetud



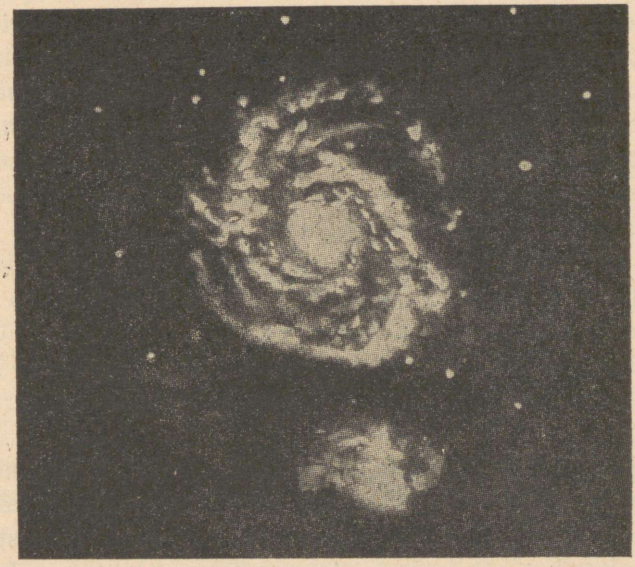
Joonis 25. Päikesesüsteemi kujunemine nebulaarhüpoteesi järgi.

nimetatud hüpoteesi abil mõningaid nähtusi seletada, loodi rida uusi hüpoteese.

Mõnede teadlaste arvamiste järgi pidi miljardeid aastaid tagasi mööduma Päikesest mingi täht nii lähedalt, et kutsus esile enda- ja vastaspoolsel Päikese pinnal tohutud tõusulained. Nende tõttu väljapaiskunud aine jäi kahe spiraalse haruna tiirlema ümber Päikese, moodustades spiraal-udukogu (joon. 26). Selle harudes tekkisid üliväikestest, tolmuterasuurustest vedelatest ja kindlatest ainekübemekestest suuremad tahked osakesed — p l a n e t e s i m a a l i d. Massi ebaühtlase jaotuse tõttu liitusid need tihendusteks ehk „sõlmedeks", mis koondasid enda ümber väiksemaid aineosi ning aja jooksul ühinesid omavahel planeetideks.

Edasistel uurimistel selgus, et säärase väikese spiraal-udu-

kogu tekkimine, millest oleks kujunenud päikesesüsteem, on samuti võimatu. Seepärast on teadlased avaldanud arvamust, et teise tähe tõmbetungi mõjul ei tekkinud Päikesel mitte kaks spiraalharu, vaid temast eraldus piklik elliptiline või sigarikujuline mass. Teine täht pidi olema Päikesest tunduvalt



Joonis 26. Spiraal-udukogu.

suurem ja mööduma temast nii lähedalt, et sundis tõusulaine poolt ülespaisatud ainehulki Päikesest lahkuma. Kogu see väljapaisatud aine hakkas tiirlema ümber Päikese. Tema osakesed — planetesimaalid — tihenesid sõlmedeks, viimased ühinesid omavahel, kuni tekkisid lõpuks planeedid. Et eraldunud sigarikujulise massi keskossa oli koondunud ainet rohkem, siis pidid sellest kujunema suuremad planeedid, nagu tegelikult sündiski. Et tähtede kohtumine nende suure kauguse tõttu üksteisest on äärmiselt haruldane juhtum, siis peaks viimaste

hüpoteeside põhjal leiduma planeetidega tähti väga harva. Uuemad vaatlused tõestavad aga vastupidist. Seepärast tulebki nimetatud õpetustesse suhtuda tagasihoidlikult.

Kuigi seni pole esitatud ühtegi hüpoteesi, mis annaks täiesti rahuldava seletuse päikesesüsteemi, seega ka Maa tekke kohta, on siiski kindel, et Maa pärast oma sündi esines tulipalavast vedelikust koosneva, veidi lapiku kerana ja oli ümbritsetud helendavate gaaside atmosfääriga. See hõõguv kera kiirgas vahetpidamata soojust maailmaruumi ja jahtus aegamööda. Jahtumisega käsikäes jätkusid aine tihenemine ja raskema aine koondumine Maa sisemusse ning kergema jäämine pinnalähedamaisse osadesse. Nii tekkisid aja jooksul Maa üksikud tihedusvööndid. See protsess meenutab ainete kihitumist kõrgahjus, kus pinnale kerkib väikese erikaaluga räbu, keskele jäävad sellest raskemad rauasoolad, ja põhja koguneb juba sulametall ise.

Jätkus gaaside eraldumine Maast; osa kergemaid gaase hajus maailmaruumi, teine osa aga jäi ümbritsevasse „atmosfääri".

Lõpuks jahtus Maa vedel välispind sedavõrd, et seal võis alata kristalliseerumisprotsess. Kristalliseerumisel tekkinud tardunud osad sukeldusid sügavusse, kus sulasid uuesti. See kestis seni, kui vedela massi temperatuur oli muutunud jahtumise teel enam-vähem ühtlaseks. Nüüd liitusid pinnale jäänud hangunud osad ümber Maa ühtseks kõvaks kestaks, tardkivimeist koosnevaks m a a k o o r e k s. Oma halva soojusejuhtivuse tõttu takistas see koor Maa sisesoojuse küllaldast pääsu välispinnale, mis nüüd koos atmosfääriga jahtus hoopis kiiremini. Osa õhkkonda moodustavaist gaasidest tihenes temperatuuri langemisel ja sadas maapinnale. Samuti langes siia rohkesti meteoriite, milledest mõned olid õige suured, ja vigastasid löögi ning sellest tekkinud kuumuse mõjul maakoort laias ulatuses. Kuid viimane sulas ja pragunes ka sügavusest väljatungiva magma survel, mis ujutas siis üle suuri maa-alasid,

et hiljem tarduda ja kaasa aidata maakoore paksenemisele ning tugevnemisele.

Lõpuks oli Maakera pind niivõrd jahtunud, et sinna võis tekkida vesikond, olgugi esialgu keevate veekogude näol, milledest kerkis vahetpidamata tihedaid aurupilvi, varjates Päikest ja põhjustades katkestamatuid äikesevihmu. Aja jooksul jahtusid auruhulgad veeks, mis kogunes ookeanideks ja meredeks. Need ümbritsesid tookordseid mandreid ja saari, kuhu tekkisid voolu- ja seisuveekogud jõgede ja järvede näol. Viimaste tekkimisega oli saavutatud moment, millest alates võime jälgida Maakera arengut mitmesuguste mahajäetud jälgede põhjal.

2. Maa ajaloo mõõtmine.

Lõpmatu hulk aastaid on möödunud tollest ajast, mil tekkisid Maakeral esimesed ookeanid ja mered ning eraldus maismaa mandritena ja saartena. Palju muutusi on Maa läbi elanud selle aja kestel, sest tema välispinna esialgne kuju ei sarnanenud hoopiski praegusega. Setete ja neis esinevate organismide jäänuste põhjal järeldame, et mitmes paigas, kus praegu levib maismaa, pidi kunagi varem lainetama meri, ning vastuoksa, paljud olevikus merega kaetud alad esinesid minevikus mandrite osadena. Korduvalt on aegade jooksul sisejõudude toimel üles kerkinud sadade kilomeetrite pikkusi ahelmäestikke, mis ulatuvad pealepoole pilvi igavese lume ja jää piirkonda; korduvalt on tekkinud maakoorde lõhesid, millede pinda mööda tõusid ülespoole maapankad või vajusid sügavusse. See toimus neil ajajärkudel, mil sisejõud olid välisjõudude suhtes ülekaalus. Kuid teame ka, et hiljem välisjõudude, eeskätt murenemise, voolava vee ja meretegevuse toimel kulutati paljud neist hiigelmäestikest pigatasandikeks ehk peneplaanideks, pühiti maapinnalt.

Pikkade aegade jooksul on jõgede poolt kantud maismaalt

maailmamerre tohutud hulgad ainest hõljuvas ja lahustunud olekus; koos merest endast pärinevate orgaaniliste setetega on tekkinud sellest ainesest kilomeetritepaksusi lademeid. Olgu lõpuks mainitud, et juba miljoneid aastaid tagasi tekkis Maakeral elu ja arenes tänapäeva taime- ja loomariigiks, tehes läbi pika ja keerulise tõusutee.

Tekib küsimus, kui vana on Maa, kui palju on möödunud aega sellest momendist, mil ta kattus kõva koorega ja astus oma geoloogilisse arenemisjärku.

Mõned teadlased on püüdnud sellele küsimusele vastust anda ookeanides ja meredes lahustunud kivisoola hulga põhjal. Oletatakse, et maailmamere tekkimisel oli selle vesi mage ning sool kanti sinna hiljem jõgede poolt, maapinnast väljauhetuna, nõrga soolalahuse näol. Arvutuste teel tehti kindlaks, kui palju leidub tänapäeval kivisoola ookeanides ja meredes ja kui palju kantakse seda aasta kestel sinna jõgede poolt. Jagades esimese arvu teisega peaksime saama maailmamerd või juba hüdrosfääri omava Maakera vanuse. Tulemusena saadi umbes 200 miljonit aastat. Nimetatud arvu ei saa pidada õigeks, sest on vaevalt usutav, et keedusoola juurdevool merre oli kogu aja ühtlane.

Tõenäolisem on teine, maakoore kivimite vanuse määramise viis radioaktiivsete elementide — uraani ja tooriumi — ning nende lagundumisproduktide — seatina ja heeliumi — hulga järgi neis kivimeis. Täpsemad tulemused saadakse seatina hulga arvestamisel, sest heelium kui gaas võib osalt lenduda. Ühe miljoni grammi uraani lagundumisel tekib aastas $\frac{1}{7400}$ g seatina. Määrates mõnes kivimis leiduva uraani ja seatina kaalu, võime arvutada, kuipalju aega kulus selle seatinahulga tekkimiseks. Niisuguste arvutuste põhjal on leitud vanimate maakoore kivimite vanuseks 2 miljardit aastat.

3. Ajalooline geoloogia. Ajaloolise geoloogia ühikud.

Maa ajaloo uurimine on ajaloolise ehk stratigraafilise geoloogia ülesanne. Temaga käsikäes käib üldine dünaamiline ehk füüsiline geoloogia, mis käsitleb sise- ja välisjõudude toimet, s. o. neid tegureid, mis on viinud Maa tema praegusesse olukorda. Suureks abiliseks ajaloolisele geoloogiale on kivististena säilinud loomade ja taimedega tegelev paleontoloogia. Kivististe abil saab kindlaks määrata üksiku kihi või kihtiderühma võrdlevat vanust ja tõestada nende ajalist ühtekuuluvust. Seda võimaldab tõsiasi, et erinevail aegadel tekkinud maakoorekihtides on lahkuminevad kivistised, samal ajal tekkinud kihtides aga alati samad, hoolimata nende esinemiskohtade kaugusest üksteisest.

Üksikasjaliste uurimuste tulemusena liigitab stratigraafiline geoloogia maakoore kihid neis leiduvate kivististe sarnasuse ja teiste ühiste tunnuste alusel rühmadeks, mis samadel põhimõtetel omakorda liidetakse suurematekś rühmadeks.

Väikseimaks üksuseks on vöönd. See koosneb ühest või mitmest sama juhtkivistisega kihist. Isekeskis sarnanevate vööndite ühendamisel saadakse lade. Rida lademeid moodustab ladestiku. Ladestikud ühendatakse ladestuks. Ladestute liitmisel saame ladekonna. Ladekond on liigituse suurim rühm.

Sidunud need üksused ruumiliselt kindlate kihtiderühmadega maakoores ja andnud neile vastavad nimetused, lõi stratigraafiline geoloogia süsteemi, millesse kuuluvad vertikaalsuunas üksteisele järgnevad maakoore osad nende vanuse, s. o. tekkimise järjekorras: vanemad sügavamal ja nooremad pealpool.

Iga kihi, vööndi, lademe jne. tekkimine nõuab teatavat aega. Seepärast on stratigraafiline geoloogia rööbiti kivimikihtide ruumilise jaotusega läbi viinud ka Maa arenguloo ajalise jaotuse, mille ühikud vastavad kihi, vööndi, lademe jne. tekkimisajale. Ajaliselt vastab ladekonnale aegkond, lades-

tule — a j a s t u, ladestikule — a j a s t i k, lademele — i g a, vööndile — p õ l v ja kihile — v ä l d e.

Maa ajalugu jaguneb järgmisteks alljaotusteks:

Aegkonnad:	Ajastud:
Uusaegkond (kainozoikum)	Kvaternaar Tertsiaar
Keskaegkond (mesozoikum)	Kriit Juura Triias
Vanaaegkond (paleozoikum)	Perm Karbon Devon Gotlandium Ordoviitsium Kambrium
Aguaegkond (eozoikum)	
Ürgaegkond (arhaikum)	

Kogutud teadmiste põhjal püüab stratigraafiline geoloogia kindlaks teha vee ja maismaa jaotust Maakeral üksikutel geoloogilistel ajajärkudel ja selgitada tol ajal valitsenud klimaatilisi tingimusi ja orgaanilise maailma koosseisu. Osaliselt võimaldab esimest ülesannet teostada uuritaval ajajärgul tekkinud maismaa- ja mere-, eriti rannalähedaste setete leviku jälgimine. Tihtilugu ei jõuta sel teel aga õigetele tulemustele, sest otsitavad setted võivad sageli olla varjatud nooremate kihtide poolt või hoopis ära kantud välisjõudude toimel. Esineb veel rida teisi nähtusi, millede põhjal on võimalik teha järeldusi mandrite leviku suhtes. Näiteks võime kukkurloomade jäänuste leidude põhjal Euroopa keskaegkonna lademeis oletada Euraasia ühtekuuluvust Austraaliaga enne kainozoikumi algust, või ühtede ja samade taimede esinemise tõttu India ja Aafrika permi ajastu kihtides nende maa-alade kokkukuuluvust nimetatud perioodil.

Möödunud geoloogiliste ajajärkude kliima tundmaõppimisel osutavad suurt abi jällegi kivistised. Tuletagem siinkohal meelde karboniajastu ürgmetsade kasvutingimusi. Et kivisöelademeid leidub ka polaarvööndis, siis peame oletama, et tolleaegne kliima oli nüüdisaja kliimast tunduvalt soojem. Samuti arvatakse, et tänapäeva kivistunud korallrahud arenesid samasugustes tingimustes nagu praegused sardkorallid. Kliima iseloomu määratakse ka setete põhjal. Kipsi-, kivisoola- ja kaalisoolalademete esinemine maapõues tõendab, et nende settimise ajal valitses selles paigas kõrbeline kliima, mis sundis kuivama ookeanist eraldatud endist merelahte või soolajärve.

Organismide levikut saab uurida settekivimeis leiduvate kivististe põhjal. Ainult väike murdosa taimedest ja loomadest satub pärast oma surma niisugusesse keskkonda, kus ta on kaitstud kõdunemise eest ja võib säilida ning kivistuda. Ka siis ei muutu kivistiseks kogu organism, vaid ainult osa temast, loomadel tavaliselt kojad, luustik ja hambad. Hoolimata kõigist lünkadest on leitud materjali põhjal siiski võimalik saada ülevaadet elukonna iseloomust Maa ajaloo üksikuil järkudel ning jälgida taime- ja loomariigi üldist arenemist.

Ürg- ja aguaegkond.

Ürg- ehk arheiline ja agu- ehk eozoiline aegkond on vanimad ja pikimad perioodid Maa ajaloos, millede kestust arvatakse 1100—1500 miljonile aastale. Nende aegkondade lademed on kindlaks, kristalse struktuuriga aluspõhjaks kogu settekivimite massile.

Oma vanemas osas koosneb see aluspõhi peamiselt graniidist, gneisist ja kristalsetest kiltadest; neist on gneiss ja kristalsed kildad moonekivimid. Graniidi kõrval esineb veel teisi tardkivimeid. Kõik nad kokku kuuluvad arheilisse ladekonda.

Aluspõhja noorema ehk ülemise osa koostises valitsevad

kvartsiidid, savikildad ja marmor. Need moonekivimid elasid oma tekkimisel läbi nõrgema muundumisprotsessi kui neist vanemad arhaikumi omad. Ka nende kõrval leidub tardkivimeid. Kogu see noorem seeria kannab *eozoilise ladekonna* nimetust.

Et juba tol ajal oli olemas intensiivne välisjõudude tegevus, ilmneb sellest, et enamik moonekivimeist on tekkinud settekivimite muundumise tulemusena.

Ürg- ja aguaegkonna lademed on ulatusliku levikuga. NSV Liidus leiame neid Karjalas, Koola poolsaarel, Edela-Ukrainas, Ida-Siberis ja väljaspool meie territooriumi Fennoskandias, Kanadas ja mujal. Sageli paljanduvad nad täiesti katmatuina maapinnal.

Neis aegkondades on tekkinud paljud maavarad, näiteks Kurski, Kertši ja Fennoskandia rikkalikud rauamaagilademed, Hibiini apatiidid ja Siberi kulla, mangaani, vismuti, vase, vilgu ja grafiidi leiukohad.

Esimesi jälgi *orgaanilise elu* olemasolust esineb eozoikumis. Selle kihtidest on leitud, olgugi väga harva, mitmesuguste elusolendite jäänuseid, näiteks kivistunud käsnade nõelu, koorikuliste, rõngusside jälgi jne. Sungiidi (antratsiidi laadi kivimi) leidumine Karjalas ja Soomes kõneleb selle kasuks, et aguaegkonnas pidid esinema ka taimed.

Arhaikumi ja eozoikumi kihtide asetus on tugevasti rikutud: nad on surutud kurdudesse, lõhestatud murranguist jne. See näitab, et neil ajajärkudel pidid maakoores toimuma ulatuslikud tektoonilised protsessid. Viimast lubab oletada ka laialdane moonekivimite esinemine. Kanadas ja Soomes teostatud uurimised ongi kindlaks teinud kolm suurt orogeneetilist perioodi, milledest üks oli ürgaegkonnas, teine ürg- ja aguaegkonna piiril ja kolmas aguaegkonnas. Nendega käis kaasas intensiivne vulkaaniline tegevus.

Hiljem kulutati tekkinud mäestikud välisjõudude poolt

pigatasandikuks ja ainult kurrutatud kihtide jäänuste põhjal võib oletada nende mäestike olemasolu minevikus.

Norra põhjapoolses osas, Põhja-Ameerikas, Hiinas ja Austraalias on leitud tugevasti muundunud moreeni, mis sisaldab kriimustatud munakaid. Need leiud näitavad, et mainitud paikades valitses tol ajal jääaeg, mis pidi tähendama kliima tugevat jahenemist.

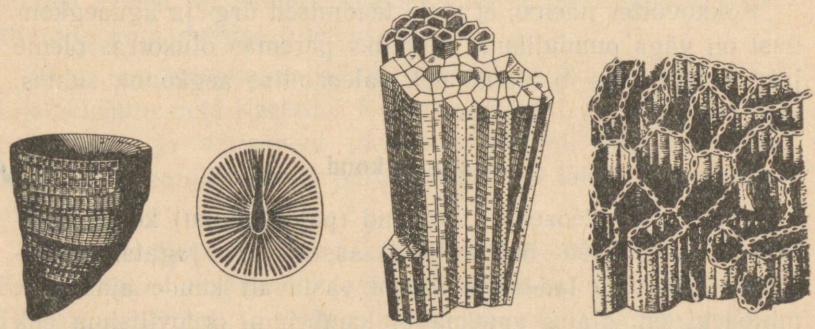
Kokkuvõttes näeme, et meie teadmised ürg- ja aguaegkonnast on väga puudulikud. Sootuks paremas olukorras oleme juba järgneva, s. o. vana- ehk paleozoilise aegkonna suhtes.

Vanaaegkond.

Vana- ehk paleozoiline aegkond (paleozoikum) kestis arvatavasti umbes 400—500 miljonit aastat. Ta jagatakse üksteisest erinevate ladestute arvule vastavalt kuude ajastusse, milledeks on, alates vanemaga: kambrium, ordoviitsium ehk alamsiluur, gotlandium ehk ülemsiluur, devon, karbon ehk kivisöeajastu ja perm. Nende ajastute kestused ei ole omavahel võrdsed.

Paleozoikumis oli vee ja maismaa jaotus Maakeral hoopis teistsugune kui praegusel ajal. Põhja-poolkeral oli tollal kolm püsivat mannermassiivi: Fennoskandia koos Ida-Euroopa lauskmaaga, Kesk-Siberi ja Kanada kilp, mis sõltuvalt nende vahel asuvate alade vertikaalseist liikumistest olid kord omavahel ühendatud, kord lahutatud. Ühtse ulatusliku mannermassiivina esinesid nad permi ajastu lõpul. Lõuna-poolkera omas kogu vanaaegkonna kestel ühteainsat, Gondwana-nimelist mandrit, mis haaras endasse Austraalia, Dekkani poolsaare, Madagaskari, Aafrika ja Brasiilia koos praeguse Atlandi ookeani lõunaosa ja India ookeaniga. Teda lahutas põhja pool mandreist pikk lääne—ida-suunaline vahemeri Tethys, üks suurimaid geosünklinaale, mille põhjast kerkisid tertsiaaris Euraasia noored kurdmäestikud.

Vastandina kristalseist tard- ja moonekivimeist koosnevaile arheilistele ja eozoilistele ladekondadele koosneb paleozoiline ladekond settekivimeist, eeskätt liivakividest, savikividest, savikiltadest, mergleist, lubjakividest, dolomiitidest ja konglomeraatidest. Intensiivse vulkaanilise tegevuse tõttu, eriti devonis ja karbonis, leidub settekivimite kõrval ka tardkivimeid.

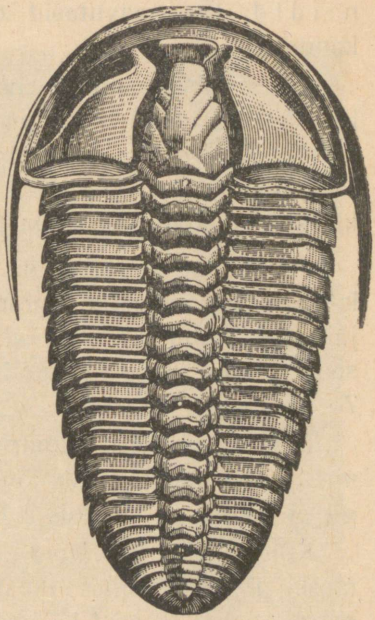


Joonis 27. Paleozoikumi korallid. Vasakul — tetrakorall *Zaphrentis* (kõrval otsvaade vaheseinaga), keskel ja paremal tabulaadid *Favosites* ja *Halysites*.

Vanaaegkond on rikas maavarade poolest. NSV Liidus on tollest ajast pärit enamik kivisöest, Petšora jõgikonna nafta, Eesti NSV ja Leningradi oblasti põlevkivi, Uurali rauа-, mangaani- ja vasemaagid, Tihvini boksiit, Eesti NSV ja Podoolia fosforiidid, Solikamski soolalademed jne. Väljaspool Nõukogude Liidu piire kuuluvad paleozoikumi Põhja-Ameerika Suurte järvede ala vasemaagid ja Stassfurdi kivisoola- ja kaalisoolalademed Saksamaal.

Paleozoikumi setted sisaldavad rohkesti orgaanilise elu jäänuseid, millede põhjal saab jälgida taime- ja loomariigi arenemist nimetatud aegkonna vältel. Juba ladekonna vanemas osas leidub kõikide praeguste loomahõimkondade esindajaid, kuid enamik neist on välja surnud paleozoikumi kestel.

Õõsloomadest on sellele perioodile iseloomustavad graptoliidid ja korallid. Graptoliidid olid merepõhja kinnistunud või pinnakihtides ujuvad koloniaalsed hüdralaadsed, kelle kitiinist koorkesti leitakse orgaanilist ainet sisaldavaist kiltkividest. Korallidest esinesid tetrakorallid ja tabulaadid (joon. 27). Lülijalgseist olid suure levikuga trilobiidid (joon. 28) ja merostoomid. Trilobiitide lüliline kitiinkestaga kaetud keha oli piki- ja ristsuunas kolme ossa liigestatud. Hädaohu puhul võis loom end kerra tõmmata, kaitstes nii oma kõhtmist poolt, kus asusid lõpused ja jäsemed. Pisivormide kõrval esines kuni 0,5 m pikkusi trilobiite. Merostoomide seast oli *Pterygotus* kuni 2 m pikk. Peajalgseist olid valdaval kohal nautiloidid kambritesse jaotatud lubikodadega. Eesti lubjakivides (vahel ka kõnniteeplaatides) esineb sirgeid ortootseraste ja endootseraste kodasid, millede pikkus võib ulatuda kuni paari meetrini. Praegu elutseb Lõunamere meredes veel ainult ühe perekonna — *Nautilus*'e — esindajaid sellest seltsist, spiraali keeratud kojaga. Okasnahkseist olid paleozoikumi vanemas osas suurema levikuga kerakujulised tsüstiidid. Skorpion kuulub juba väheste, tõenäoliselt esimeste maismaaloomade hulka.



Joonis 28. Triboliit.

Ordoviitsiumi kihtidest on leitud ka esimesed kalade jäänused, kuid nende loomade peamine arenemine paleozoikumis on seotud selle aegkonna noorema osaga, alates devoniga.

Devoniga muutus vanaaegkonna loomastiku koostis. Varem domineerinud loomade rühmad näitasid tagasiminekut; graptoliidid surid seks ajaks hoopis välja. Suurenes ainult korallide osatähtsus devonis ja karbonis. Karbonis oli ka rikkalik käsijalgsete fauna. Peajalgsete seas tulid esikohale ammoniidid, kes saavutasid oma arengu haripunkti keskaegkonnas.

Erilist tähelepanu väärivad devonile omased rüükalad, kellede keha oli kaetud tugeva luust rüüga. Mõned nende seast, näiteks *Heterostius,* kasvasid mitme meetri pikkusteks hiiglasteks. Vaabalised, kopskalalised ja hailised olid teised sama klassi esindajad paleozoikumi meredes.

Merefauna kõrval oli vanaaegkonna teisel poolel arenenud ka maismaaloomastik. Karboni ja permi lademeis leidub hulkjalgsete, ämblikuliste ja putukate jäänuseid. Putukate seast ulatus mõne kiilitaolise vormi tiibade siru-ulatus kuni 70 cm.

Devoni lademeist on pärit esimesed kahepaiksed loomad. Karbonis ja permis jõudsid nad hiidvormideni — ühel liigil oli ainult pea pikkus 1 meeter.

Kõige vanemad leiud roomajaist kuuluvad karbonisse. Permis esines omapärane roomajate rühm (*Theromorpha*), kes omasid ka imetajate loomade tunnuseid, näiteks diferentseerunud hammastiku näol.

Paleozoilise aegkonna vanemas osas valitsesid meretaimed vetikate näol. Esimesteks enam tundmaõpitud maismaataimedeks on psilofüüdid, mis esinevad esmakordselt gotlandiumi kihtides. Nende 15—20 cm pikkune dihhotoomselt hargnenud vars oli kaetud soomusetaoliste lehtedega ja lõppes eospesadega. Nad kuuluvad sõnajalgtaimede hulka. Valitsevale kohale tulid sõnajalgtaimed devonis ja püsisid sellel kohal kuni permi keskpaigani, elades üle oma õitseaja karbonis. Puutaolised sõnajalad, mitmesugused *Sigillaria*, *Lepidodendron*'i

ja kalamiitide liigid kasvasid tolleaegseis metsades hiiglapuudena. Koldade rühma kuuluvad *Lepidodendron* ja *Sigillaria* omasid dihhotoomselt hargnenud tüve ja juurestikku. Puutaolise osja — kalamiidi — oksad asusid tüvel ringidena, lehed okstel männastena (joon. 29).



Joonis 29. Karboni ajastu mets.

Karbonis esines juba paljasseemnelisi taimi kordaiitide näol. Oma tüve anatoomiliselt ehituselt seisavad nad lähedal okaspuudele; nende suured lineaalsed lehed asusid okste lõpus. Permi ajastu keskpaigas hakkasid paljasseemnelised õistaimed esikohale rühkima. Nimetatud rühma kuulusid ka saagolised, mis oma sirge hargnemata tüve ja selle tipus asuva lehevõruga palme meenutavad. Praegu kasvab saagolisi peamiselt Kesk-Ameerikas ja Kagu-Aasias.

Vanaaegkonnas tekkis kaks suurt kurrutust, milledest esimene oli gotlandiumis ja kannab kaledoonilise kurrutuse nimetust. Selle poolt kuhjati üles kõrged mäeahelikud, millede jäänusteks olevikus on Skandinaavia mäestik ja Briti saarestiku põhja- ja keskosa kõrgustikud. Kaledooniline kurrutus liitis ühte Fennoskandia ja Kanada kilbi. Karbonis algas ja permis lõppes teine, nn. variskiline ehk hertsüüniline kurrutus; siis tekkisid kurdmäestikud Euroopas, Aasias ja mujal. Briti lõunaosa, Prantsusmaa ja Kesk-Euroopa kulunud keskmäestikud, Uural, Tienšan, Altai, Apalatšid jt. on nende tänapäevani säilinud riismed.

Mäetekkeliste protsessidega kaasnes suurendatud vulkaaniline tegevus, mis oli eriti intensiivne karbonis. Mõned teadlased põhjendavad koguni selle ajastu taimkatte lopsakust vulkaanide poolt väljaeritatud süsihappegaasi rohkusega, mis soodustas süsiniku sarnastamist.

Lõuna-poolkeral oli permi ajastul suur jäätumine, mille tunnuseid on leitud Indias, Austraalias ja Lõuna-Aafrikas.

Keskaegkond.

Kesk- ehk mesozoiline aegkond (mesozoikum) kestis geoloogide arvamuse järgi umbes 100—135 miljonit aastat.

Ta on jagatud kolme ajastusse, mis kannavad triiase, juura ja kriidi nimetust.

Mesozoikumi kestel oli muutusi maismaa ja vee jaotuses Maakeral. Juuras lahutati Gondwana manner kaheks osaks, millest üks koosnes Indiast ja Austraaliast, teine Aafrikast ja Lõuna-Ameerikast. Aegkonna lõpul järgnes sellele uus mandrite liigestumine, mille tulemusena Aafrika, Madagaskar, Araabia, Ees-India, Austraalia ja Lõuna-Ameerika muutusid omaette üksusteks. Samal ajal tekkisid neid mandreid lahutavad India ookean ja Atlandi ookeani lõunapoolne osa. Juuras teostus ka Põhjamandri jagunemine Euraasiaks, Põhja-Amee-

rikaks ja Gröönimaaks. Endastmõistetavalt ei sarnanenud tolleaegsed mandrid oma kuju, pindala, pinnaehituse ja teiste omaduste poolest praeguste samanimeliste mandritega.

Keskaegkonna setted koosnevad peamiselt liivadest, liivakividest, savidest, merglist ja lubjakividest. Viimaste hulgas on erilise tähtsusega ülemkriidis tekkinud kirjutuskriidi lademed. Settekivimite kõrval leidus ka tardkivimeid. Dekkani poolsaarel on 3 miljoni km² suurune maa-ala kaetud tardunud laavamassidega.

Mesozoilise aegkonna lademeis esineb mitmesuguseid maavarasid. NSV Liidus kuuluvad nende hulka Tšeljabinski, Kaukaasia ja Kaug-Ida kivisüsi, Siberi pruunsüsi, Volga-äärsed põlevkivid, Emba nafta ja rohked pruunrauamaagi-, fosforiidi-, kivisoola-, kipsi- ja kriidilademed.

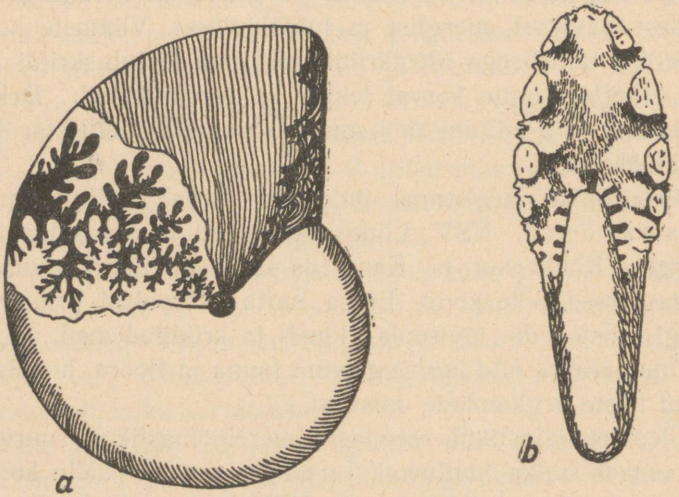
Omapärased olid keskaegkonna fauna ja floora, hoopis erinevad teiste aegkondade omadest.

Ülemkriidiajastikul etendasid mereloomastikus suurt osa algloomade hulka kuuluvad juurjalgsed, kelle kodasid kohtame rohkesti kriidilademeis. NSV Liidus leidub viimaseid Ukrainas (Belgorodi lähedal), Kurski ümbruses, Volga ääres ja mujal. Vanaaegkonna korallide asemel ilmusid heksakorallid, kelle rahusid esineb rohkesti lubjakivi-Alpides. Silmapaistvaiks mereelanikeks olid aga mesozoikumis ammoniidid (joon. 30), kes saavutasid siis oma arengu kõrgpunkti. Nende esinemissageduse, liikide rohkuse ja üksiku liigi piiratud levikuaja tõttu kasutatakse neid juhtkivististena. Ammoniitide kõrval oli levinud veel teine peajalgsete selts — belemniidid, keda leidus esmakordselt triiase kihtides. Belemniidi piklikus tagakehas asus kuhikukujuline skeletiosa — rostrum, mis kivistisena on rahvasuus tuntud „kuradi sõrme“ ja „piksenoole“ nime all. Belemniidid on samuti juhtkivistised.

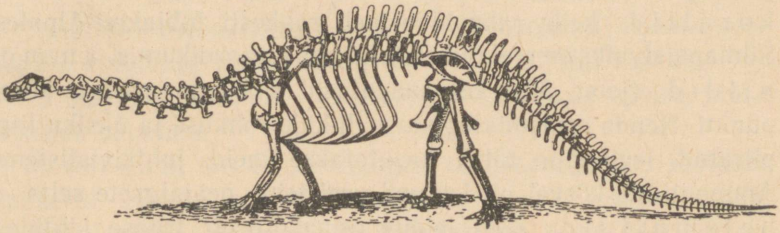
Kriidiajastu limuste seas olid omapärased karpide klassi kuuluvad rudistid, kes elasid merepõhja külge kinnista-

tuina, sarnanesid oma väliskuju poolest üksikkorallidega ja kasvasid kuni ühe meetri pikkuseks.

Triiasest on pärit esimesed luukalade leiud. Selle



Joonis 30. Ammoniit *Phylloceros* juura ajastust. *a* — vaade küljelt, *b* — eestvaade ühele vaheseinale.



Joonis 31. Brontosauruse luustik.

ajastu lõpus surid välja ürgkahepaiksed — katispealised, kes sarnanesid oma väliskujult sisalike ja krokodillidega. Nende seas leidus hiidvorme, kelle pea pikkus oli kuni 1 meeter.

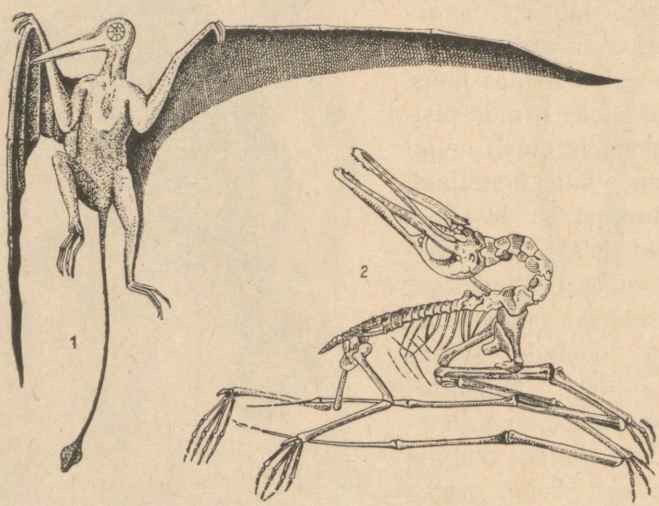
Erakordse vormirikkuse ja mitmekesisuse saavutas keskaegkonnas roomajate klass. See etendas tol ajajärgul loomariigis sedasama osa, mis on kainozoikumis imetajail, moodustades valitseva klassi. Roomajaid elas maismaal, levis meredes ja lendas õhus. Nende seas esines pisivorme ja hiiglasi, neljal ja kahel jalal kõndijaid, taimtoitlasi ja kiskjaid. Paljud neist olid eriskummalise välimusega, milliseid me enam tänapäeva loomade hulgas ei kohta. Maismaal elutsevate dinosauruste seltsi kuuluv kohmaka keha, pika kaela, väikese pea ja pika, tugeva sabaga brontosaurus (joon. 31) oli üle 20 m pikk ja 5 m kõrge. Ta kõndis neljal jalal ja toitus taimedest nagu tema seltsikaaslane tritseratopski (joon. 32), kelle turja kaitses luust kilp, kuna silmade kohal



Joonis 32. Tritseratops ja tüannosaurus (restaureeritud).

asetses kaks meetripikkust sarve ja kolmas, väike, oli ninal. Üks kohutavamaid kiskjaid dinosauruste seltsis oli üle 5 m kõrge tagajalgadel kõndiv t ü r a n n o s a u r u s (joon. 32).

Vees elavaist roomajaist omasid k a l a s i s a l i k u d (ihtüosaurused) delfiini kuju ning arenesid hiigelvormideni (kuni 12 m pikaks). Nad olid head ujujad.



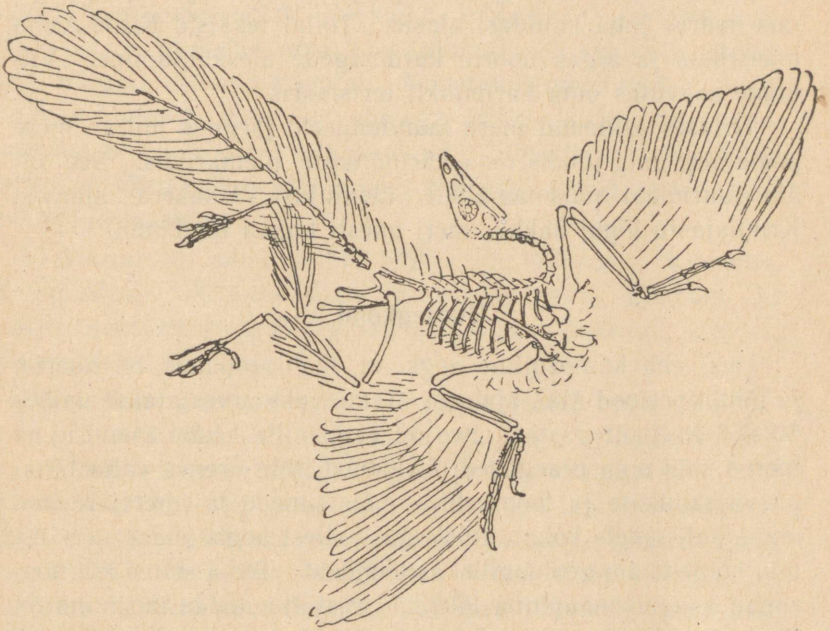
Joonis 33. Lendsisalik. *1* — restaureeritud, *2* — luustik.

Lendroomajad (joon. 33) kasutasid õhus liikumiseks, nagu tänapäeval nahkhiired, jäsemete vahel olevat pingutatud lennunahka. Ka nende seas oli hiiglasi (tiibade siru-ulatus kuni 6 m).

Seni tuntud vanima lindude klassi esindaja jäljend leiti juura ladestusse kuuluvalt litograafiliselt kildalt. See tuvikuni kanasuurune ü r g l i n d *Archaeopteryx* (joon. 34) omab mitmeid roomajate tunnuseid, näiteks hammastikku, selgroo-

lülidest koosnevat pikka saba, küüniseid esijäsemeil jne., mis näitab tema põlvnemist roomajaist.

Triiasega alates esinesid keskaegkonnas ka imetajad kukkurrottidega sarnanevate väikeste loomade näol. Kriidiajastul ilmusid neile lisaks ürgkabjalised ja ürgkiskjad.



Joonis 34. Ürglind *(Archaeopteryx)*. Jäljend lubjakildal.

Ülalkirjeldatud rikkalik ja mitmekesine roomajate maailm suri välja mesozoilise aegkonna lõpuks. Uusaegkonda läksid üle vaid selle jäänused. Nähtavasti olid selle põhjuseks kriidiajastul toimunud mäetekkelised protsessid, milledega käis kaasas kliima halvenemine. Samaks ajaks kadusid meredest ammoniidid ja belemniidid.

Taimkattes valitsesid kuni kriidiajastu keskpaigani paljasseemnelised okaspuude ja saagoliste näol. Ülemkriidis tule-

vad esikohale juba kateseemnelised õistaimed, eesotsas tuulelembeste lehtpuude ja palmidega. Nende seas leidub ka putukalembesi taimi.

Mäetekkeliste protsesside poolest oli mesozoikum rahulikum kui teised aegkonnad. Üks väiksema ulatusega kurrutus oli juuras. Sellele järgnes kriidiajastu keskel ja lõpul teine, mis haaras juba laialdasi alasid. Tollal tekkisid Kirde-Aasia mäestikud ja algas noorte kurdmägede üleskuhjumine. Viimane saavutas oma haripunkti tertsiaaris.

Triiases esinenud mere taandumisele järgnes juura mere pealetung, mis jõudis oma haripunktile ülemkriidis. See oli üks suurimaid maismaa-alade üleujutusi Maakera ajaloos. Kriidiajastu lõpul hakkas meri uuesti tagasi tõmbuma.

Uusaegkond.

Uus- ehk kainozoiline aegkond (kainozoikum) on noorim ja lühim periood Maa ajaloos. Tema eaks arvestatakse umbes 50—55 miljonit aastat. See on aeg, mille kestel mandrid ja mered said oma praegused piirjooned ning arenes välja tänapäeva taimkate ja loomastik — õistaimede ja imetajate loomade valitsevale kohale tulekuga. Sellest aegkonnast on säilinud kõige enam geoloogilisi asitõendeid. Tema setted kui noorimad asuvad maapinna lähedal, mistõttu nende uurimine on lihtsustatud. Samuti pole neid välisjõud suutnud veel kuigi suurel määral kahjustada.

Selle aegkonna lõpul tekkis inimene ja sai looduse valitsejaks, selle ümberkujundajaks, kuigi tema ajalugu haarab endasse vaid väikese murdosa uusaegkonnast.

Uusaegkond jagatakse kaheks ajastuks — tertsiaariks ja kvaternaariks. Kvaternaari kestust arvatakse ainult paarisajale tuhandele kuni ühele miljonile aastale.

a) Tertsiaar.

Tertsiaar jaguneb kahte ossa — vanemaks ja nooremaks, kusjuures esimese kestus oli umbes kaks korda pikem teise omast.

Tertsiaari setted koosnevad peamiselt kruusast, liivast, savist, konglomeraadist, liivakivist, lubjakivist ja merglist. Need on kas pudedad, omavahel liitumata või kergesti rabenevad, nõrgalt liitunud kivimid. Nimetatud omadused on seletatavad kivimite „lühikese" elueaga, mille kestel tihenemisprotsess pole veel süveneda jõudnud. Intensiivse vulkaanilise tegevuse tõttu tol ajastul esineb rohkesti tardkivimeid, eriti basalti ja trahhüüti.

Tertsiaarseid setteid leidub NSV Liidu lääneosas (Krimmis, Kaukaasias, Ukrainas koos naaberaladega), Londoni ja Pariisi nõos, Belgias, Põhja-Saksamaal koos Taaniga, Alpides, Karpaatides ja mujal.

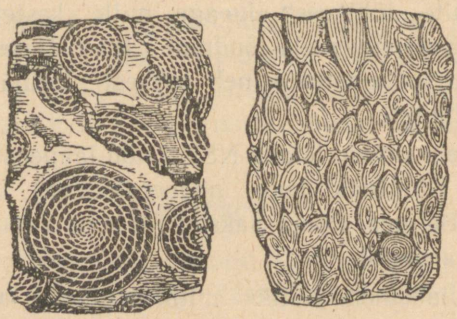
Tertsiaari lademeis peitub mitmesuguseid maavarasid. Kütteaineist kuuluvad sinna pruunsüsi ja nafta. Euroopas leidub esimest rohkesti Põhja- ja Kesk-Saksamaal. Ida-Kaukaasias Apšeroni poolsaarel on naftaga läbi imbunud ligi 2000 m paksune liivakas-savikate kihtide seeria, mis on üheks suurimaks õliväljaks maailmas. Tertsiaarse tekkega on Ukraina ja Kaukaasia mangaaniladem ed ja Kertši poolsaare pruunrauamaagi-leiukohad. Neist viimased kuhjusid keemiliste setetena madala merelahe põhja. Samast ajastust on pärit veel merivaik ja Wieliczka kivisool. Merivaigu peamiseks leiukohaks on Samlandi poolsaar Kaliningradi ringkonnas, kus teda kaevatakse välja nn. „sinisest pinnasest". Merivaik on tekkinud praegu enam mitteesinevate okaspuude vaigu tardumisel.

Koos keskaegkonnaga kadusid ka tollal valitsenud hiigelroomajad ja tertsiaaris seisid loomariigis esikohal imetajad.

Algloomadest olid massiliselt levinud juurjalgsete hulka

kuuluvad nummuliidid (joon. 35). Nende suhteliselt suurtest (kuni 6-cm läbimõõduga), ümmargustest, lamedatest ja spiraalselt keerdunud kodadest koosnevad terved lubjakivilademed. Neist kivimeist on ehitatud Egiptuse püramiidid, maju Kairos, Sevastoopolis, Simferoopolis ja mujal.

Luukalade kõrval esinesid hiigelhaid. Neist on säilinud peamiselt hambad. Ühel tertsiaaris elanud haideliigil oli hamba pikkus 15 cm.



Joonis 35. Nummuliit-lubjakivi.

Keskaegkonna lademeis tehtud imetajate leidudes domineerivad kukkurloomalised. Tertsiaaris tõrjuti viimased hoopis kõrvale. Nad jäid valitsema ainult Austraalias, sest see manner oli juba siis Aasiast lahutatud. Ka Lõuna-Ameerikas säilis mõnikümmend biisamroti liiki (neist üks Põhja-Ameerikas). Mujal surid kukkurloomalised välja.

Kõrgemad imetajad hakkasid kiiresti arenema. Osa neist siirdus vette, teine osa õhku, enamik jäi aga elama maapinnale. Kujunesid välja taimtoitlased ja kiskjad. Vanema tertsiaari imetajad sarnanesid vähe praegustega. Esines vorme, mis ühendasid endis sageli mitme seltsi või sugukonna tunnuseid. Kuid juba siis elasid kabjaliste, londiliste ja kiskjaliste eelkäijad.

Nooremas tertsiaaris oli imetajate spetsialiseerumine tugevasti edenenud. On leitud näiteks kiskjalistel, kabjalistel, sõralistel ja teistel seltsidel praegu elavate sugukondade ja perekondade esindajaid. Mõne looma, näiteks hobuse pidev arenemine on selgitatud tertsiaaris tehtud leidude põhjal.

Tertsiaari teisel poolel kujunes välja ka ahviliste selts. Inimese eelkäija olemasolu kohta tertsiaaris puuduvad andmed.

Taimkattes valitsesid õistaimed — okaspuud, lehtpuud ja palmid. Praegustest taimedest esinesid näiteks loorberid, pajud, paplid, pöögid, vahtrad jt. Et tertsiaari kestel kliima jahenes, siis nihkusid lõunamaised igihaljad taimed järk-järgult tagasi ekvaatori poole.

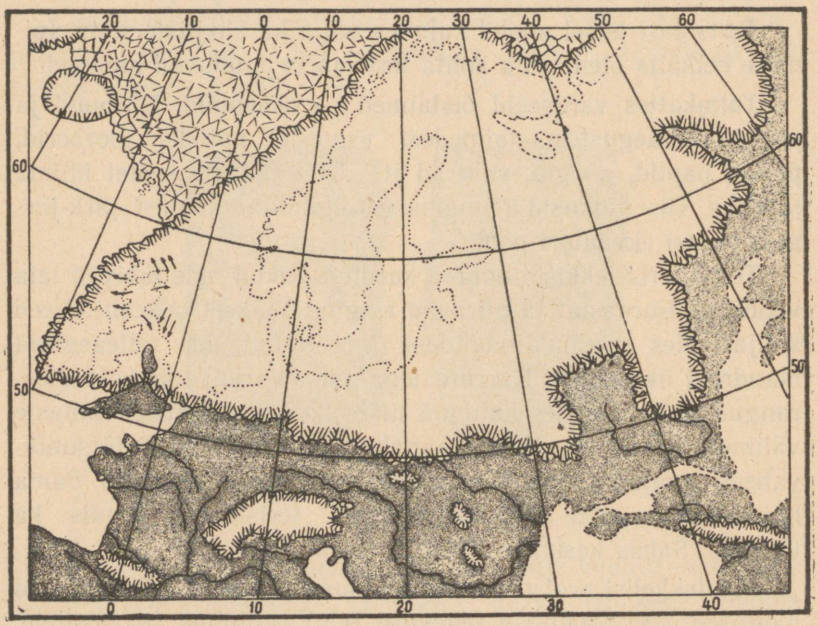
Tertsiaaris tekkisid noored kurdmäestikud, mis läbivad laia vööndina Euraasiat ja piiravad ringina Vaikset ookeani. Need kuhjati üles geosünklinaalidest, mis lahutasid tolleaegseid mandreid üksteisest. Kurrutustega samaaegselt toimusid murrangud, eriti vanades kulunud mäestikes, ja muutsid viimaste välimust tunduvalt. Nii on näiteks Tienšani ja Altai järsunõlvalised lavajad ahelikud murrangute poolt üles paisatud. Sama laadi maapangaste ümberpaigutamisi tertsiaaris sündis ka Uuralis, Saksa keskmäestikus ja mujal.

Mäetekkelisi protsesse saatsid maavärinad ja vulkaanilised nähtused. Vulkaanilise tegevuse jälgi tardunud laavakatete, säilinud tulemägede kuhikute, kuumaveeallikate jne. näol leidub Euroopas näiteks Saksamaal (Eifel, Rhön), Tšehhoslovakkias, Prantsusmaal (keskkõrgustikus Auvergne'is) ja teistes paikades.

b) Kvaternaar.

Kvaternaaris eristatakse kahte ajastikku — diluuviumi ja alluuviumi. Neist esimese kestust arvatakse kahesajale tuhandele kuni ühele miljonile ja teise oma vaid 8000—10 000 aastale.

Diluuviumi ehk jääajastiku alguses oli kliima Maakeral sedavõrd jahedaks ja niiskeks muutunud, et suuremate laiuste all ja kõrgemais mäestikes mahasadanud lumi ei jõudnud enam täielikult sulada, vaid jäi osaliselt püsima ja hakkas



Joonis 36. Jääajastik Euroopas. Kaart näitab mannerjää maksimaalset levimist.

kuhjuma. Järk-järgult muutus kuhjunud lumi jääks, mis pani alguse liustike, aga eriti mannerjää tekkimisele. Mannerjää suur levik ongi diluuviumi omapäraks.

Erakordselt laialdased alad olid diluuviumis kaetud mannerjääga põhja-poolkeral. Euroopas oli peamiseks jäästumiskeskuseks Skandinaavia mäestik (joon. 36). Kuni 2 km paksune jäämass valgus siit laiali äärte poole ja võttis enda alla suurema osa Euroopa mandrist. Ulatuselt teiseks jäästumis-

keskuseks olid Alpid, kus ainult ahelike ladvaosad orgusid täitvast liustikust kõrgemale kerkisid. Mõned liustikukeeled tungisid sealt kaugele väljapoole mäestiku piire. Osaliselt olid samasuguse jääkatte all ka Püreneed, kuna väiksemaid liustikke esines paljudes Euroopa keskmägedes. Aasias kattis mannerjää Lääne-Siberi madaliku põhjapoolmiku, kuid tugevasti olid jäästunud ka Kirde-Siberi mäeahelikud. Suurim levik oli mannerjääl Põhja-Ameerikas, kus ta võttis enda alla mandri kirde- ja keskosa. Mannerjää kattis ka Põhja-Jäämeres asuvaid saari ja saarestikke. Samasuguses olukorras oli ka Islandi saar.

Lumeraja madalama seisu ja jääliustike suurema ulatuse kohta diluuviumis on tunnuseid leitud ka lõunapoolsete mandrite mäestikes, koguni neis paikades, mis asuvad ekvaatori lähedal. See lubab oletada, et kliima jahenemine nimetatud ajastikul ei ilmnenud mitte üksnes põhja-poolkeral, vaid ulatus üle terve Maakera.

Põhjalikumad uurimised mitmel maal on näidanud, et diluuviumis ei toimunud mitte ühekordne jää pealetung ja taandumine, vaid see sündis korduvalt. Järelikult pidi ka kliima diluuviumi kestel elama üle kõikumisi, muutudes ajuti soojemaks, et siis uuesti jahtuda, jne. Jää pealetungiga seotud külma perioodi nimetatakse j ä ä a j a k s ja tema tagasitõmbumisega ühenduses olevat soojema kliimaga ajavahemikku — j ä ä v a h e a j a k s.

Euroopas on seni kindlaks tehtud nelja jääaja ja kolme jäävaheaja olemasolu. Põhja-Ameerikas oli tänapäeva uurimuste andmeil viis jääaega nelja jäävaheajaga. NSV Liidu territooriumil on esinenud seniste uurimuste põhjal kolm jääaega ja kaks jäävaheaega, Eesti NSV-s aga ainult kaks jääaega ja üks jäävaheaeg.

Kõige suurem levik oli mannerjääl Euroopas ja Põhja-Ameerikas eelviimasel jääajal. Euroopa liustik kattis siis Fennoskandia, peaaegu kogu Briti saarestiku, Hollandi, Põhja-

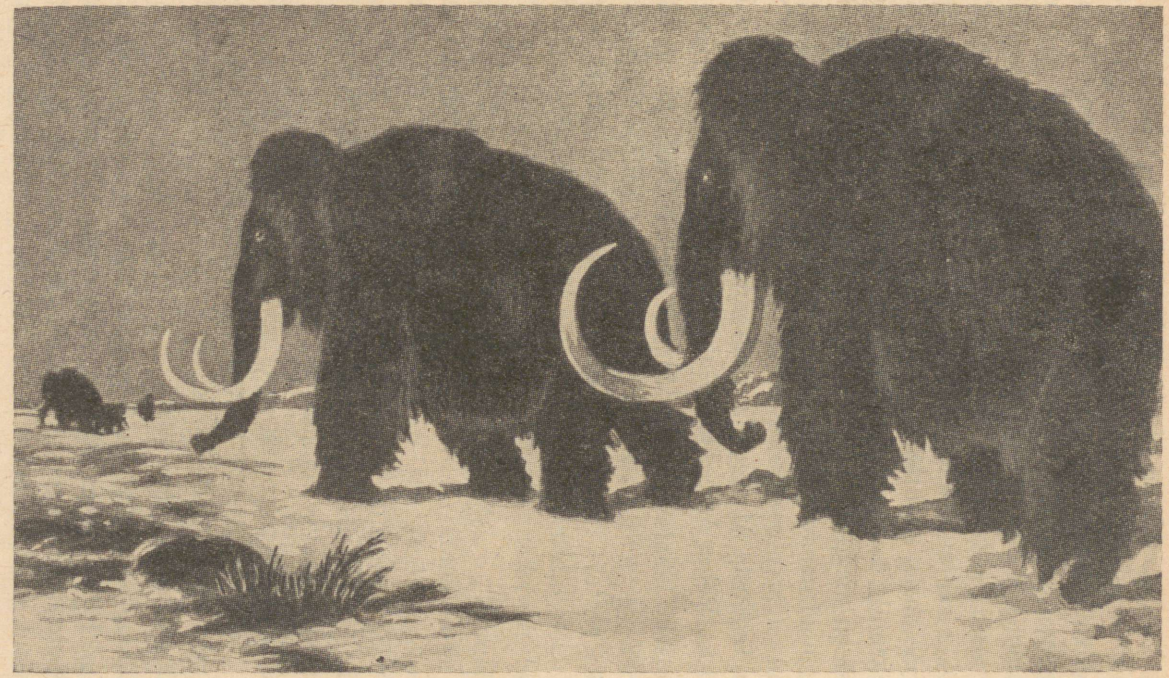
Saksamaa koos Taaniga, Poola ning Ida-Euroopa lauskmaa põhja- ja keskosa, kust tungis kahe keelena piki Dnepri ja Doni orundit kaugele lõunasse. Põhja-Ameerikas ületas mannerjää tollal neljakümnenda põhja-laiuskraadi. Üldse oli sel perioodil jääga kaetud umbes 39 miljonit km² maismaa pinnast.

Mannerjää kulutamisala tähistavad siledaks ihutud ja kriimustatud kaljualuspõhi, silekaljud, jää poolt süvendatud lohud ja oma mõõdetelt võimsad fjordid. Kuhjamisala iseloomustavad enam-vähem ühtlaselt laotud põhimoreenvaip, voorestikud, looklevad vallseljakud, järsunõlvalistest kuplitest koosnevad otsmoreenkuhjatised ja pikad otsmoreenvallid. Jääsulamisveed uuristasid pehmesse aluspõhja või pinnakattesse uurde- ja ürgorge. Moreenist väljauhetud liiv kanti kokku *liivikuisse* (sandureisse). Jääsetete peenainesest koosnevad mannerjää levimisalast lõuna poole jäävad lössilademed. Jäävaheaja setetest on erilise tähtsusega turbakihid, mis sisaldavad mitmesuguste organismide jäänuseid.

Suuri muutusi sündis diluuviumis ka kuuma kliimaga maades. Üldise jahenemise tõttu vähenes neis aurumine, mille tagajärjeks oli kuivusalade kokkutõmbumine. Sahara vadid olid tol ajal iga-aastase korrapärase suurveega jõed, mis suubusid järvedesse. Araali järv võttis enda alla tunduvalt suurema pindala kui tänapäeval ja saatis oma veed Kaspia merre.

Mannerjää nihkumisega lõuna poole olid sunnitud tagasi tõmbuma ka taimkate ja loomastik. Liigid, mis ei suutnud kohaneda tekkinud uue olukorraga, hävisid. Suureks takistuseks osutusid sellele organismide rändamisele lääne—ida-suunalised mäestikud Kesk-Euroopas. See ongi põhjuseks, miks Euroopa on taime- ja loomaliikide poolest märksa vaesem kui Põhja-Ameerika, kus mäeahelikud suunduvad põhjast lõunasse ega olnud seega mingisuguseks tõkkeks.

Diluuviumi loomastiku tüüpilisemaks esindajaks on m a m m u t (joon. 37). See londiliste seltsi kuuluv elevandist



Joonis 37. Mammutid.

märksa suurem loom oli üleni kaetud pika, tiheda punakaspruuni karvastikuga; naha all oli tal paks rasvakiht, millele lisandusid peas ja seljal rasvaküürud. Seega oli mammut kohanenud oma asukohas valitseva külma kliimaga. Mammuti loogataoliselt kõverad kihvad kasvasid kuni 3 m pikkuseks ja saavutasid keskmise inimese kaalu. Rohkesti on mammuti luustikke säilinud Põhja-Siberi ürgjääs. Juba üle kahe ja poole tuhande aasta kogutakse seal selle looma kihvu, milledega kaetakse üks kolmandik kogu müügile minevast elevandiluust. Jäässe on maetud ka terveid mammutilaipu, kuid väljasulamisel söövad nende liha ära jääkarud, hundid, polaarrebased ja koerad. Ühe peaaegu tervelt leitud mammuti topis asub NSV Liidu Teaduste Akadeemia muuseumis. Londiliste hulka kuuluvad ka Põhja-Ameerikas elutsenud m a s t o d o n i d.

Teiseks jääajastikus laialdaselt levinud loomaks oli v i l l k a r v a n e n i n a s a r v i k, kelle keha kaitses külma vastu tihe karvkate. Tema ninal asuvaist sarvedest kasvas esimene kuni poole meetri pikkuseks. See loom ületas suuruselt tänapäeval elavad ninasarvikud.

Mammut, mastodonid ja villkarvane ninasarvik surid välja juba diluuviumis. Sama saatus tabas ka tolleaegseid kiskjaid — k o o p a l õ v i ja k o o p a k a r u; ürghärg ja euroopa piison hävitati alles alluuviumis — väga hiljuti, kuna põhjapõder, muskusveis, metssiga, ilves ja palju teisi jääajal levinud loomaliike veel nüüdki elavad.

Jääajastiku taimestik ei erinenud kuigi tunduvalt praegusest. Jäävaheaegadel kasvasid liustiku alt ajutiselt vabanenud maa-aladel valge pöök, tamm, saar, vaher, kask, lepp, kuusk, mänd ja teised puud.

Diluuviumis elas ka juba i n i m e n e. Vanimaks leiuks sel alal Euroopas on 1908. a. Saksamaal Heidelbergi lähedal väljakaevatud massiivne alumine lõualuu ühes hammastega. Lõualuul puudub lõuats, tema hambad meenutavad inimese

omi. Selle omanikku nimetatakse heidelbergi inimeseks; ta elas jääajastiku esimesel poolel.

1911. a. leiti Lõuna-Inglismaal Piltdowni lähedalt koopast kolju osad, milledest teravate kihvadega alalõug sarnanes ahvi omaga, ajukolju aga inimese omaga. Need kuuluvad nn. piltdowni inimesele, kes elas heidelbergi inimesest hiljem. Mõlema kohta puuduvad täielikumad andmed, kuid arvatavasti seisid nad lähemal inimesele kui inimahvile.

1856. a. leiti Lääne-Saksamaal Neandertali orus koopast koljukaas ja mõned jäsemeluud. Hiljem tehti veel rida teisi leide sellest liigist, keda nimetatakse ürg- ehk neandertali inimeseks. Kahe neandertali inimese luid leiti 1924. aastal Krimmis ja 1938. aastal Usbeki NSV-s. Viimane leid on eriti hinnaline luude säilimise poolest. Luid hoitakse alal Moskva Ülikooli antropoloogiamuuseumis. Samas muuseumis hoitakse alal ka mujal NSV Liidu territooriumil tehtud luude leide, mis kuuluvad ürginimese ja praegusaegse inimese vahepeal asuvale tõule. Kogutud materjali põhjal pidi ürginimene olema kuni 160 cm pikk, omama madalat, hästi lamedat otsmikku ja käima küürus. Tal puudus oskus väljendada oma mõtteid sõnades. Ürginimene oli koopaelanik ja elas kolmandal jäävaheajal.

1864. a. leiti Prantsusmaal Cro-Magnoni (1. kromanjooni) küla lähedal viis luukeret, mis sarnanevad praegusaja inimese omaga, kuid kuuluvad väljasurnud, nn. Cro-Magnoni tõule. Need inimesed elasid koopas ja ilustasid oma elamu seinu kunstipäraste joonistustega. Nende levimisaeg langeb neljanda jääaja lõpule ja hilisjääajale.

Alluuvium on Maa ajaloo noorim ajastik. Tema setted on kõige vähem tihenenud ja oma asendi tõttu kõige kergemini kättesaadavad. Nende tekkimine kestab ka tänapäeval kõrbetes ja mererannal tuuletegevuse toimel, jõesuudmeis deltade kuhjumise näol, järvedes ja meredes orgaanilise ja mineraalainese põhjasettimise teel, lähistroopilistes, troopilis-

tes metssoodes ning parasvööndi soodes ja rabades kõduneva taimekihi järjekindla paksenemise ja turba tekkimise kujul jne. Avaldub ka Maa sisejõudude tegevus, põhjustades magmamasside ülestungimisega ning sügavuses valitseva kõrge temperatuuri ja suure survega tard- ja moonekivimite tekkimist. Selle näiteks on meie tänapäeva tegevad tulemäed oma laavakatetega.

Alluuviumi kestel on hävinud rida loomaliike ja paljusid teisi ähvardab väljasuremine. Esimeste hulka kuuluvad ürghärg, euroopa piison, stelleri veis (sireeniliste seltsist) ja hiigellinnud epiornis (Madagaskarilt) ja moa (Uus-Meremaalt). Ameerika piisonit kohtame veel ainult kaitsealadel. Nimetatud loomade hävitamises on tegev inimese käsi.

Jää alt vabanenud alad kattusid alluuviumis uuesti taimkattega. Taimestiku arengut mõjutasid pärastjääaegsed kliimamuutused. Läänemeremail, nagu mujalgi, olid esimesteks tulnukateks tundrataimed. Kliima edasisel soojenemisel algas aga metsa pealetung ja tundra tagasitõrjumine. Sisseränanud puude seas asusid esikohal kask ja mänd. Järgmisel perioodil, mil valitses soe ja kuiv kliima, lisandus neile veel rida lehtpuude liike, olgugi et metsade pindala oli üldiselt kahanenud. Kuid kliima soojenes veelgi ja muutus ühtlasi niiskeks. See pööre viis lehtpuud valitsevale kohale — tamme-segamets oli tol ajal laialdase levikuga. Siitpeale algas kliima halvenemine. See muutus jahedamaks ja kuivemaks, mille tagajärjeks oli kuuse pealetung lehtmetsadele. Hiljem läks kliima uuesti niiskemaks, kuid jäi edaspidigi jahedaks. See on praegune ajajärk, mil valitseva puuna püsib edasi kuusk. Alluuviumi taimkatet on tugevasti mõjutanud inimene. Ta on laastanud oma majandusliku tegevusega metsi, kuivendanud soid ja rajanud kultuurmaistuid, toonud kultuur- ja dekoratiivtaimedena sisse uusi liike ja sorte, hävitanud umbrohtusid, kuid samal ajal soodustanud ka nende levinemist.

Maakoore liikumistest alluuviumis on meile juba varem

teada Fennoskandia aeglane kerkimine, mille tulemusena tekkis Läänemeri.

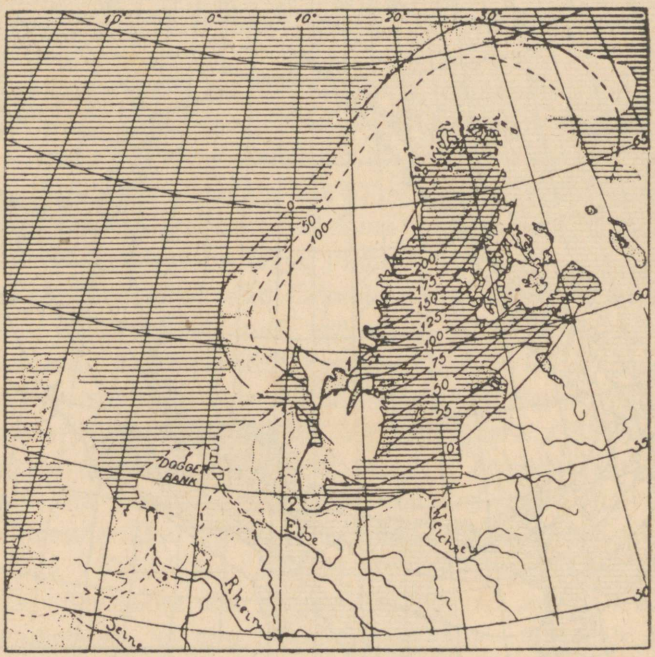
Kui diluuviumi lõpul taanduv jääserv peatus Lõuna-Soome kohal, kogunes tema ette sulavetest suur paisjärv. Kesk-Rootsi



Joonis 38. Joldia-meri.

järvede nõo vabanemisega mannerjää alt tekkis paisjärvel sealtkaudu ühendus Põhjamerega. Samal ajal toimus ühinemine Valge merega üle Laadoga ja Onega järve. Fennoskandia muutus saareks, paisjärv — soolase veega arktiliseks

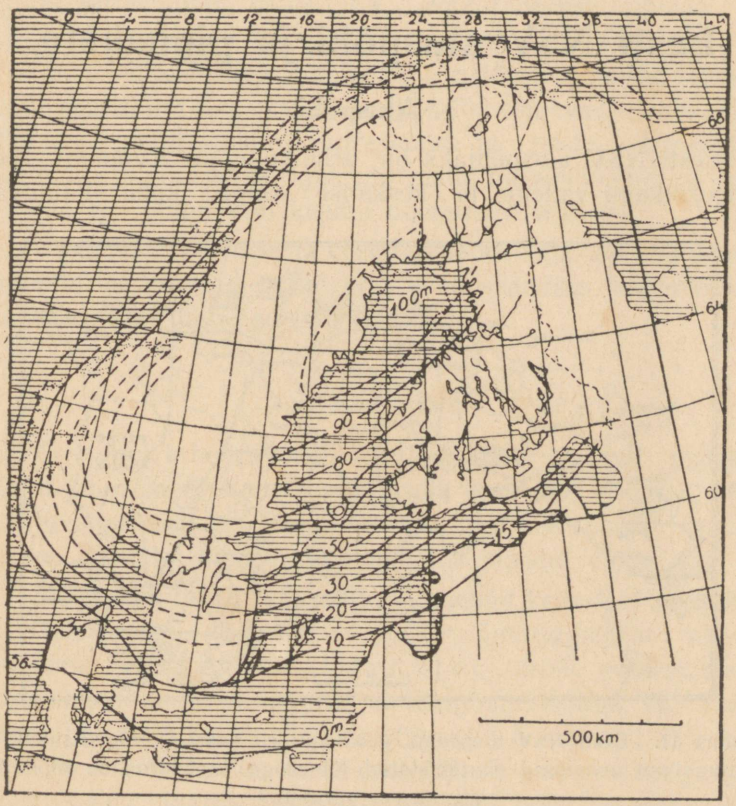
mereks. Viimast nimetatakse temas elutsenud väikese karbi *Yoldia arctica* järgi J o l d i a - m e r e k s (joon. 38), mis püsis 500 aastat. Siis katkes maismaa kerkimise tõttu Joldia-merel side ookeaniga ja ta kujunes mageda veega A n t s ü l u s -



Joonis 39. Antsülus-järv.

j ä r v e k s (joon. 39), saades oma nime temas elutsenud teo *Ancylus fluviatilis*'e järgi. Selle järve kestus oli 2500 aastat. Nimetatud aja möödumisel tekkis Fennoskandia põhjaosa kerkimise ja lõunapoolse osa vajumise tagajärjel Antsülus-järvel ühendus Põhjamerega Taani väinade ja Skagerraki kaudu. Ta sai uuesti mereks, mis tollal valitseva tamme-segametsa kliima tõttu oli soojem oma eelkäijaist. Seda merd nimetati väikese

teo *Litorina litorea* järgi L i t o r i i n a - m e r e k s (joon. 40) Ta püsis 3500 aastat. Litoriina-merele järgneva kahe arenguastme jooksul kujuneb lõplikult välja meie praegune Läänemeri.



Joonis 40. Litoriina-meri.

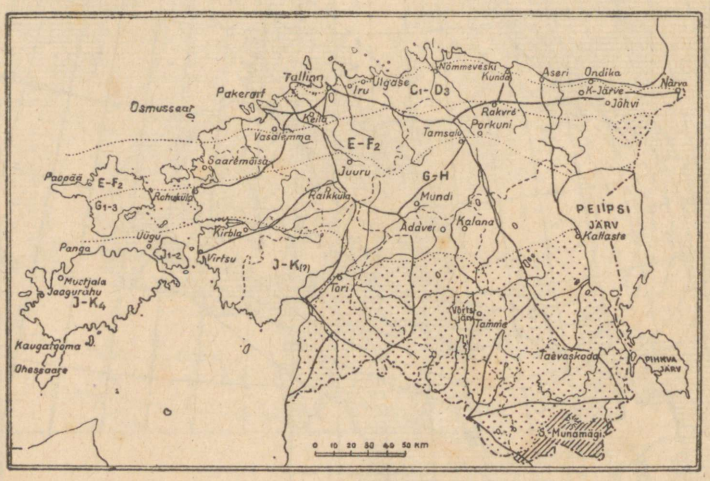
Kirjeldatud veekogude randjooni saab jälgida nende kohal tekkinud astangute, randvallide, luidete ja organismide jäänuste kuhjatiste järgi. Maapinna kerkimise tõttu asuvad vane-

mad moodustised meretasemest kõrgemal kui nooremad. Et kerkimine oli aga ebaühtlane, siis on samavanustest rannamoodustistest põhjapoolseil suurem absoluutne kõrgus kui lõunapoolseil.

Eesti NSV aluspõhi ja pinnakate.

1. Aluspõhi.

Eesti NSV aluspõhjaks on arhaikum ja eozoikum koos paleozoikumi vanema ja keskmise osaga, kuhu kuuluvad


Tallinn
Pakerort
Ülgase
Cr-D3
Kõmmeveski
Kunda
Aseri
Ondiku
Narva
K-Järve
Jõhvi
Osmussaar
Vasalemma
Rakvere
Porkuni
Tamsalu
E-F2
Saaremäe
Juuru
G-H
Paopää
E-F2
Rahkula
Raikküla
Mundi
G1-3
Kalana
PEIPSI
JÄRV
Kallaste
Adavere
Kirbla
Pangu
Virtsu
J-K(?1)
Tori
Tähtvere
Muctjala
Jaagurahu
J-K1
Kaugatsoma
Ohessaare
Tsiistre
Tsirguliina
Tsirkva
Järv
Tsirkva
Järv

a) Arhaikum ja eozoikum.

Ürg- ja aguaegkonna lademed, mis Koola poolsaarel, Karjalas, Soomes, Skandinaavias ja mitmes kohas mujal avanevad sageli otse maapinnal, jäävad meil peitu paksu settekivimite katte alla. Põhjarannikul asuvad nad puurimiste andmeil 105—200 m allpool meretaset. See ligi 100 m piiridesse ulatuv kõikumine näitab, et nende ladekondade pealispind ei ole tasane, vaid sellel esinevad kõrgusvahed. Viimased pidid tekkima murenemise ja teiste välisjõudude tegevuse tagajärjel sel ajal, mil mainitud pealispind oli maismaaks ega olnud veel kaetud nooremate setetega.

Eesti NSV arheilise ja eozoilise ladekonna tard- ja moonekivimid sarnanevad samal ajal Fennoskandias tekkinud kivimitega ja on tugevasti kurrutatud.

b) Kambrium.

Kristalsel arheilis-eozoilisel aluspõhjal lasuvad paleozoikumi kihid on rikkumata asendis ja omavahel rööpsed. Nad osutuvad kallakuiks lõuna suunas, kuid see langus on väga väike, kõikudes vaid 0°15′ kuni 0°24′ piirides (joon. 42).

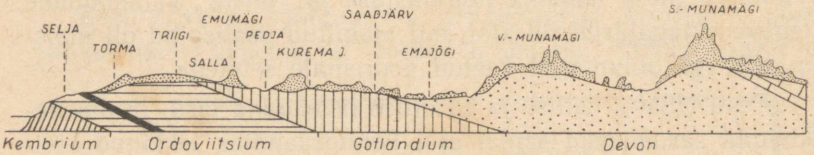
Esimesena lasub tugevasti murenenud kristalsel aluspõhjal alamkambriumi ladestikku kuuluv ümmargustest teradest koosnev valge räniliivakivi, mille paksus ulatub mõnekümne meetrini. Ta algab konglomeraadiga, mis osutab mere pealetungile kambriumi alguses. Nimetatud lade jääb veel tervenisti meretasemest madalamale, kuid temale järgnev sinisavi ulatub Tallinnast ida pool juba üle meretaseme — Aseri—Kunda kohal umbes 20 m.

See kujutab endast sitket, rasvast, roheka värvusega savi, milles esineb liiva- ja liivakivi-vahekihte.

Võrdlemisi suure raua- ja kaaliumisoolade sisalduse tõttu ei ole sinisavi tulekindel ega raskesti sulav, kuid sobib hästi

telliste, torude ja katusekivide valmistamiseks ning tooraineks tsemendi tootmisel. Tema lademe paksus kõigub Eesti NSV piirides 50—90 m vahel. Ida pool jätkub ta Vene NFSV-s.

Sinisavil lasub e o f ü ü t o n - l i i v a k i v i, mis koosneb savikaist ja liivakaist kivimeist ning asub Tallinna—Kakumäe piirkonnas meretaseme kõrgusel. Selles lademes leiduvad vanim Euroopa trilobiit *Holmia mickwitzi* ja vanim ning väikseim peajalgne *Volborthella.*



Joonis 42. Eesti NSV geoloogiline läbilõik põhjast lõunasse. Must viir ordoviitsiumis märgib põlevkivi avamust ja lademeid. Pealmine, täpiline viir tähistab moreenkatet. Lademete langus on joonisel tugevasti suurendatud.

Viimase, noorima alamkambriumi lademena esineb meil k i v i s t i s t e t a r ä n i l i i v a k i v i, mis paljandub meretasemel Tiskre ja Paldiski poolsaare vahel. Ta on koostiselt võrdlemisi puhas ränihapend ja sobiks klaasiliivaks, kuid tal on liiga väike terasuurus. Üldse on kõik selle ajastu liivakivid meil pehmed ja pudevad ega kõlba ehituskiviks, samuti mitte paremate käiade ja tahkude valmistamiseks.

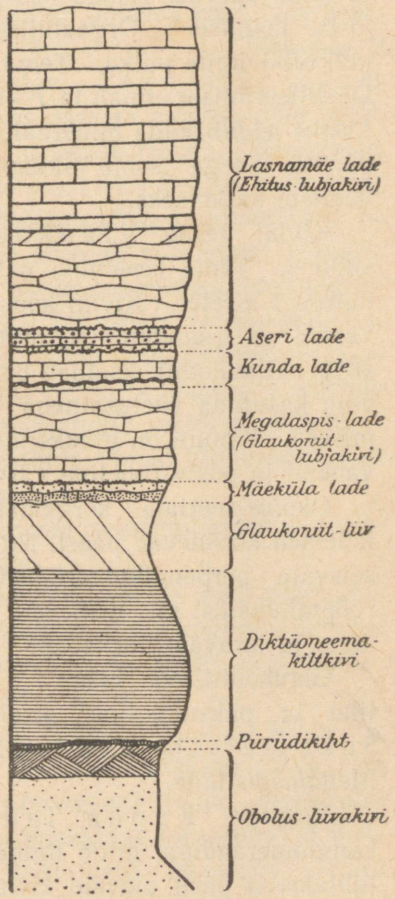
Eesti NSV alamkambriumi lademete kogupaksus kõigub 200 m piirides. Kesk- ja ülemkambriumi setteid meil ei ole. Nähtavasti oli tolleks ajaks meri Nõukogude Eesti alalt taganenud ja seal levis maismaa, kus toimus eeskätt kulutamisprotsess. Uus mere pealetung järgnes alles ordoviitsiumi alguses, mille tunnistajaks on selle ladestu põhjas lamav kivististeta räniliivakivist murtud munakaist koosnev konglomeraat.

c) Ordoviitsium.

Alamkambriumi pealmised kihid paljanduvad Põhja-Eesti paekalda jalamil. Neist kõrgemal asuvad kaldajärsakul alamordoviitsiumi lademed (joon. 43). Viimased algavad *Obolus*-seeriaga, kuhu kuuluvad *Obolus*-liivakivi, püriidikiht, diktüoneemakilt ja glaukoniitliiv. Neis kõigis leidub käsijalgse *Obolus*'e perekonna esindajate kodasid, samuti kujutavad nad endist ranna lähedal tekkinud setteid.

Eriti rikkalikult on *Obolus*'e kodade murdosade kuhjatisi liivakihis, kus neid tuntakse *Obolus*-konglomeraadi nime all. Nende kuhjatiste paksus ulatub mõnest sentimeetrist kuni 2 meetrini. *Obolus*'e kojad sisaldavad 35 kuni 36% fosforhapendit. Seepärast kasutatakse neid fosforiidi tootmiseks. Konglomeraadis kõigub fosforhapendi hulk 10—14% piirides. Sõelumise teel saab seda tõsta 25—27%-ni.

Paldiski poolsaare ja Valgejõe vahelisel alal lasub liivakivil keskmiselt 10 cm paksune püriidikiht. Püriit võib arvesse tulla toorainena superfosfaadi valmistamisel vajaliku väävelhappe tootmiseks.



Joonis 43. Paekalda profiil.

Diktüoneemakilt paljandub kogu paekalda ulatuses, kuid on ida pool õhem kui läänes. Paldiski poolsaarel on kilda paksus 4,5 m, Ondika juures üle 2 m, Narva kohal aga ainult paar sentimeetrit. Kivim kujutab endast savikilta ja sisaldab keskmiselt 20% orgaanilist ainet, millest on tingitud ta tume värvus. Temas leidub graptoliit *Dictyonema flabelliforme* jäänuseid. Orgaanilise aine sisalduse tõttu kuulub kiltkivi õlikivimite hulka. Tema kütteväärtus on 1000—1500 cal. Destilleerimisel annab ta 7—8% õli ja ligi 3% põlevaid gaase. Lisaks leidub kilda mineraalosas kaaliumhapendit (7—8%) ja püriiti. Seega sobib diktüoneemakilt kütteaineks ning kaaliväetiste tootmiseks.

Kildal lasuv glaukoniitliiv õheneb samuti ida suunas. Tema keskmine paksus kogu paekalda ulatuses on umbes 1 meeter. Kivim koosneb räniliivast, savist ja rohelise värvusega glaukoniidist, mida on kivimi koostises ligikaudu 40%. Glaukoniit sisaldab 8% kaaliumhapendit, mistõttu teda võib kasutada väetusainena või toorainena kaalisoolade tootmiseks. Samuti on glaukoniit sobiv kareda vee pehmendamisvahend ja püsiv roheline värv.

Obolus-seeriale kõrgemal järgnevad alamordoviitsiumi lademed koosnevad paest. Nimetatud kivim on üksteisega risti seisvate perpendikulaarlõhedega — diaklassidega — jagatud rööptahukaiks, mis esinevad paekalda ülemises osas karniisidena ja teravate nurkadena.

Glaukoniitliival lasuv glaukoniit-lubjakivi on tihe ja paksukihiline, sisaldades rohkesti glaukoniiditeri. Juhtkivististeks on trilobiit *Megalaspis*'e liigid — *Megalaspis*-lade.

Järgnev, Kunda lade algab Tallinnast lääne pool konglomeraadiga, mille munakate seas leidub ka glaukoniit-lubjakivist pärit olevaid kivimeid, mis vihjab mere pealetungile. Ida pool asendab konglomeraati „alumine läätskiht", mida iseloomustavad läätsekujulised, mõne millimeetri suuru-

sed savist ja rauahapendist koosnevad terakesed. Neile kihtidele järgneb kõrgemal sinakashall *vaginatum*-lubjakivi rohkete peajalgse *Endoceras vaginatum*'i kivistunud kodadega.

Aseri lade esineb täielikult ainult Põhjaranniku idaosas, kus ta koosneb reast vööndeist. Tallinna kohal ja sealt läände on ta esindatud vaid üheainsa vööndiga, nn. „ülemise läätskihiga". Ida pool, kus läätsed on omased kogu lademele, puudub eriline läätskiht.

Alamordoviitsiumi noorim liige, Lasnamäe lade, paljandub paekalda kõige ülemises osas ja avaneb selle laval idast läände suunduva kuni 10 km laiuse ribana. Nimetatud lade sisaldab meie parimat ehituslubjakivi. See on peeneteralise kuni peenekristallilise struktuuriga kõva, murenemisele ja rõhumisele vastupidav kivim, mis murdub võrdlemisi paksude pankadena. Teda kasutatakse ehitusmaterjaliks, trepiastmekivideks, kõnniteede sillutamiseks, killustiku valmistamiseks, lubjapõletamiseks jne. Seepärast leidub kogu lademe ulatuses rohkesti paemurde. Neist suurim, vanim ja sügavaim asetseb Tallinna lähedal Lasnamäel. Siit sajandite kestel murtud kividest on püstitatud kõik meie pealinna vanad kindlusemüürid, tornid ja hulk muid suuremaid ehitisi.

Kunda, Aseri ja Lasnamäe lademe iseloomulikemaiks kivististeks on trilobiit *Asaphus'*e liigid.

Nimetatud lademed ulatuvad ka väljapoole meie liiduvabariigi piire, Leningradi oblastisse, kus omavad koguni suuremat kogupaksust kui Eesti NSV territooriumil. Eestis on nad tüsedamad idaosas ja õhemad läänes.

Alamordoviitsiumile järgnevad Kukruse, Jõhvi, Keila ja Vasalemma lade moodustavad keskordoviitsiumi ladestiku, millele on iseloomulik trilobiit *Chasmops*'i liikide esinemine. Need lademed ei paljandu enam paekaldal (erandiks on Kukruse lade Paldiski ja Maidla vahel), vaid avanevad sellest kaugemal maapinnal. Nende ribataolised kääruliste piirjoontega avamused kulgevad rööbiti rannikuga läänest itta ja järg-

nevad üksteisele põhja poolt lõunasse, kusjuures lademete vanus väheneb lõuna suunas.

Ainult harva leiame avamusel paljast kaljupinda. Tavaliselt on viimane kaetud õhema või paksema kvaternaarist pärit oleva pinnakattega. Sel juhul tuleb aluspõhja kivimeid jälgida loomulikes või kunstlikes paljandeis: murdudes, jõeorgudes jne.

Kukruse lade ulatub Pakri saartelt üle Paldiski poolsaare Narva jõeni, kust jätkub ida suunas. Ta sisaldab oma alumises osas põlevkivi- ehk kukersiidivahekihte, mis on üksteisest lahutatud bituumse lubjakiviga. Seniste uurimuste põhjal on need põlevkivikihid Rakvere—Narva-vahelisel 2500 km² suurusel maa-alal tootmisväärsed. Siin ulatub tootsa osa paksus 5 m lähedale, kukersiidikihtide arvele aga langeb sellest 2,1—3 m.

Põlevkivi-vahekihte on üldse 8 ja nende märkimiseks kasutatakse tähti, alustades altpoolt A-tähega. Kõiki neid kihte toodeldakse pealmaakaevandustes, allmaakaevandustes aga ainult kuut alumist.

Lääne poole väheneb kukersiidikihtide kogupaksus. Vanamõisas on see veel 1,7 m, Kehra juures aga ainult 13 cm. Rööbiti sellega õheneb samas suunas ka kogu lade.

Kukersiit on pruuni värvusega ja koosneb 38—55% orgaanilisest ainesest, kuna ülejäänud osa on süsihapu lubi ja savi. Orgaaniline aines tekkis mikroskoopilistest sinirohelistest vetikatest, mis elutsesid keskordoviitsiumil Põhja-Eesti kohal laiunud meres. Peale vetikate leidub põlevkivis rohkesti loomade kivistisi, näiteks trilobiite, käsijalgseid, nautiloide, tsüstiite, meriliiliaid jt., kokku üle 200 liigi, mis näitab, et tolleaegses meres esines rikkalik elukond.

Põlevkivi kui õlikivi küttevääртus on 2100—3500 cal. Destilleerimisel annab ta tööstustingimustes 17—21% õli ning põlevaid gaase. Toorõlist saab kütte-, immutus-, määrdeõli, bensiini, diisli- ja mootorinaftat, mootoripetrooleumi, fenolaate, bituumenit, tuhast kunstkive, sideainet, klaasivärvi jne.

Jõhvi lade koosneb räni sisaldavast sinkjast lubjakivist, mis vaheldub 10—20 cm paksuste mergellubjakivi-kihtidega. Paiguti leidub ka veel bituumseid vahekihte. Kivi kasutatakse ehituskivina, lubjapõletamiseks ja tsemendi tootmiseks. Tähtsamad murrud on Jõhvis ja Aluveres. Viimane asub 4 km Rakverest põhja pool; seal murtakse lubjakivi Kunda tsemendivabriku jaoks.

Keila lade koosneb peeneteralisest, väga kivistisrikkast mergel-lubjakivist. Kivim on värskelt murtult sinine ja muutub murenedes kollakaks. (Suuremaid murde on Keila murd.)

Vasalemma lademes esineb Eesti NSV loodeosas mitmekümne ruutkilomeetri ulatuses jämedakristalliline puhas süsihapu kaltsium umbes 10 m paksuse kihina; seda tuntakse „Vasalemma marmori" nime all. Ta koosneb meriliiliate ja tsüstiitide jäänuseist. Lubjakivi murdub kuni 70-cm pangastena ja sisaldab endas varjatud kihitust, mis tuleb hiljem murenemisel nähtavale lõhede näol. Kivim on lihvitav. Teda kasutatakse ehituskivina, trepiastmete, lauaplaatide ja mälestussammaste valmistamiseks ning lubja-, tselluloosi- ja suhkrutööstuses. Tuntuim on Vasalemma murd.

Rakvere ja Saaremõisa lade moodustavad ülemordoviitsiumi ladestiku. Neis esineb ka lubivetikaid ja koralle.

Rakvere lade koosneb tihedast peeneteralisest kollakast või sinkjashallist, väga kivistisrikkast karpja murruga lubjakivist. Teda kasutatakse ehituskivina. Üks suuremaid murde on Rägavere murd Rakverest ida pool.

Saaremõisa lademe alumises osas esineb valkjaskollane, tihe, räni ja süsihaput magneesiumi sisaldav lubjakivi. Selles leidub ka koralle. Ülemine osa sisaldab valkjat kriidist mergel-lubjakivi, milles kivistisena võib kohata suurt tigu *Maclurea*'d. Samuti leiame ka siin koralle. Lubjakivi murtakse Kärdla, Tapa jt. murdudes.

d) Gotlandium.

Gotlandiumi lademed avanevad Kesk- ja Lääne-Eestis ja Läänesaarestikus. Nad lasuvad ülemordoviitsiumil ja on ise lõuna pool kaetud devoni setetega.

Alamgotlandiumi põhjas lamav Porkuni lade koosneb dolomiitidest ja lubjakividest. Viimaste seas esineb ka korall-lubjakivi. Tuntuim on Porkuni murd.

Järgnevas Juura lademes esinevad hallid, punaselaigulised jämedateralised merglid, mis ei leia erilist rakendust.

Tamsalu lade tekkis rannalähedases meres, kuhu kuhjati lainete poolt massiliselt kokku käsijalgse *Pentamerus borealis*'e karpe. Lubjakivi koosnebki neist karpidest ja omab halli või kollakashalli värvust. Ta annab heakvaliteedilist lupja, mistõttu teda kasutatakse toorainena Tamsalu ja Rakke lubjavabrikus.

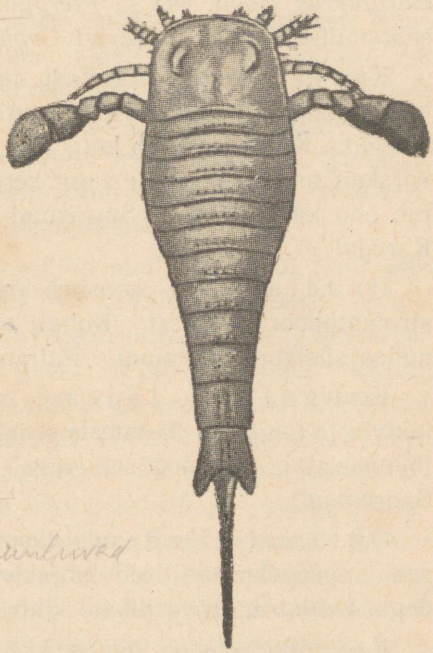
Avamuse lääneosas esineb kollakas peeneteraline dolomiit- jas lubjakivi, mida murtakse Haapsalu lähedal Ungru murrus.

Raikküla lade koosneb kõvadest valgetest plaatlubjakividest ja kollakasvalgetest või hallidest dolomiitidest, millede kõrval leidub ka peeneurbset korallirikast dolomiiti. Üks vanemaid murde on Mündis Paide lähedal, kus murrutöid tehti maa all. Sealt on pärit Paide lossi ehitusmaterjal. Kalana murrus on lubjakivi peenekristallilise ehitusega ja murdub õhukeste plaatidena. Et ta on lihvitav, siis võib temast valmistada lülitustahvleid. Kalana lubjakivi on koostiselt peaaegu puhas süsihapu kaltsium.

Järgnev Adavere lade on alamgotlandiumi noorim liige. Ta koosneb peeneteralisest kristalsest dolomiidist ja dolomiit-lubjakivist, milles leidub rohkesti koralle. Avamuse idaosas on need kivimid urbsed, sisaldades seatina ja tsingiläike sooni ja mugulakesi. Kuni seniajani on neid leiukohti uuritud vaid pinnaliselt. Tähtsamaid paljandid P.-Viljandimaal.

Keskgotlandiumi kuuluvad Jaani lade ja Muhu dolomiidid. Neist esimene paljandub mitmel kohal Saaremaa ja Muhu põhjarannikul, paiguti pankadena: idaosas Jaani lade kivistisrikka mergel-lubjakivina ja läänes kivistisvaese mergel-dolomiidina. Kivimit tehniliselt ei kasutata.

Ida-Saaremaal ja Muhus lasuvad Jaani lademel üksteisega väga sarnased Kesselaiu ja Maasi dolomiidid, mida murtakse ehituskivideks. Muhu põhjaosas on levinud kõva rahkdolomiit, mis on välja erodeeritud ümbritsevast kivimist ja esineb nüüd maastikus kõvikuna. Kivististest on olulised korallid, stromatopoorid[1] ja sammalloomad. Kõik need kivimid kuuluvad Muhu dolomiitide hulka. Lääne-Saaremaal esinevad viimaseid kihitatud lubjakivi ja rahkmoodustised. Viimaste hulka kuulub Kihelkonna lahe ääres esinev Jaagurahu rahklubjakivi, mis koosneb peamiselt kivististest ja on keemiliselt peaaegu puhas süsihapu kaltsium. Ta pole kihitatud ja murdub korrapäratute tükkidena ega sobi



Joonis 44. Merostoom *Eurypterus*.

[1] Stromatopoorideks nimetatakse ebakorrapäraseid, mitmesuguse suurusega mügarikke, mis kujutavad endist problemaatiliste organismide toestikke.

seepärast ehituskiviks. Oma keemilise puhtuse tõttu on ta kasutatav metalli-, tselluloosi-, suhkru- ja klaasitööstuses.

Ülemgotlandiumi kuuluv Kaarma lade koosneb mitmesugustest merglilistest lubjakividest ja merglilistest dolomiitidest. Nende omapärases faunas esinevad merostoomidest *Eurypterus* (joon. 44) ja *Pterygotus* ning vanimaist kaladest sõõrsuuliste hulka kuuluvad *Cephalaspis, Trematapis* jt.

Kaarma lademe mergeljast dolomiidist valmistatakse ehitus-, korstna- ja trepikive, kaevurakkeid ja mälestussammaste aluseid. Kivim murdub kuni 1 m paksuste pangastena. Ta on värskelt murtuna pehme ning kergesti töödeldav, kuid kõvastub õhu käes seistes. Suuremad murrud on Kaarmal ja Karedal.

Paadla lade koosneb kivistisrikkaist lubjakividest ja stromatopoorrahkudest. Kohati on kivim keemiliselt peaaegu puhas süsihapu kaltsium. Paljandid Kuressaarest loodes.

Kaugatuma lademe moodustavad kristalsed lubjakivid ja merglid. Esimeste seast on osa tekkinud meriliiliate jäänuseist ja on koostiselt väga puhas. Paljandid Lõuna-Saaremaal.

Ohesaare lademe koosseisu kuuluvad peeneteralised ja peenekristallilised lubjakivid mergli- ja savivahekihtidega. Leidub ka liivarikkaid kihte. Paljandid Sõrve lõunaosas.

Keskgotlandiumis toimus mere taganemine, mis jätkus ülemgotlandiumi alguses. Seda tõendavad tollest ajast pärit olevad rahkmoodustised, mis pidid tekkima madalas meres, ja Kaarma lademe mahkja või mageda vee fauna. Ülemgotlandiumi keskel järgnes sellele üleujutus, mil settisid mereloomastikku sisaldavad Paadla ja Kaugatuma lubjakivid. Sama ajastiku lõpul esines aga uus mere taandumine, mida näitab rannalähedaste moodustiste (savivahekihtide, liiva) esinemine Ohesaare lademes.

e) Devon.

Alamdevoni setteid Eesti NSV-s ei leidu. Sellest võime järeldada, et gotlandiumi lõpus alanud meretaandumine jätkus ka järgneva ajastu alguses, nii et meie territoorium esines alamdevonis juba maismaana.

Keskdevoni algul haaras meri endasse suurema osa Nõukogude Eesti pindalast. Sellest ajast on pärit Narva jõe ülem- ja keskjooksul, Võrtsjärvest põhja pool, samuti Navesti ja Pärnu jõel esinevad m e r g l i d ja s a v i d, milledele kahes viimatinimetatud kohas lisanduvad veel hallid ja punased liivakivid. Idas lasuvad need kihid ordoviitsiumi lademeil, maa kesk- ja lääneosas aga ülemgotlandiumil.

Peaosaks keskdevoni setteist on meil aga „Old Red" ehk „v a n a p u n a n e" l i i v a k i v i, mille kogupaksus ulatub kuni 250 meetrini. Ta on Lõuna-Eesti aluspõhjaks, välja arvatud vaid selle kagupoolseim nurk. Tema paljandeid leiame mitmes kohas Tartu linnas, Arukülas (2 km Tartust), Kallastel Peipsi ääres, Tamme küla lähedal Võrtsjärve idakaldal, Ahja jõel ja mujal — eeskätt oruveerude järsakuis. Kivim on punase värvusega, kuid selle kõrval esineb ka valkjasroosakaid, kollaseid ja valgeid liivakivikihte. Koostiselt on ta peeneteraline, pudev ja sisaldab rohkesti vilku, mis on nähtav juba varustamata silmale. Sagedased on liivakivis sauevahekihid, millede seas leidub ka raskesti sulavaid heledaid savisid, eriti Haanja ja Otepää kõrgustiku vahelises nõos Võrumaal.

„Old Red" on eeskätt vooluvete sete, kuna väiksem osa temast tekkis seisuvete kogudes ja mere üleujutuste teel. Ta koostusaines pärineb gotlandiumis üleskuhjatud Kaledoonia mäestikust, mis elas tol ajal läbi intensiivse lagunemisprotsessi. Orgaanilistest jäänustest on punases liivakivis mainimisväärt meile juba tuttavad hiigel-rüükalad, näiteks *Heterostius*.

Ülemdevonis järgneb uus mere üleujutus, mille setteid

leiame Lõuna- ja Kagu-Võrumaal, kus nad katavad punast liivakivi. Nende alumine osa koosneb punaseist, violetseist ja rohekaist dolomiitidest, savidest ja mergleist, milledes esineb kalade jäänuseid, kuna pealpool lasuvad hallikad lubjakivid, merglid ja dolomiidid käsijalgsete, stromatopooride, lubivetikate jt. tolleaegses meres elutsenud organismide jäänustega.

Maavaradest on devonis mainimisväärsed valge klaasiliiv Piusa jaama lähedal Võrumaal ja samas maakonnas esinevad raskestisulavad savid, näiteks Sänna orus, Joosu lähedal ja mujal.

2. Pinnakate.

a) Diluuvium.

Nõukogude Eestis on seni kindlaks tehtud kahe jääaja ja ühe jäävaheaja esinemine. Viimase setted avastati moreenkatte alt ühe kaevu süvendamisel 1938. a. Rõngus. Uurimiste põhjal peetakse neid viimasesse jäävaheaega kuuluvaks.

Meil on peamiseks mannerjää kulutusalaks Põhja-Eesti. Siin purustas edasiliikuv jäämass paealuspõhja pinnakihte ja hööveldas nad tasaseks, tekitades sinna kriime ning ära viies kogu lahtise ainese. Muhu ja Saaremaa põhjaosas, Lõuna-Läänemaal ja Põhja-Pärnumaal esinevad rahkdolomiidid, mis olid jää erosioonidele vastupidavamad kui neid ümbritsevad kivimid, vooliti välja maastikupildis esilekerkivaiks kõrgendikeks.

Paekaldast murdis mannerjää lahti sageli väga suuri aluspõhjalahmakaid ja kandis need endaga ühes kaugemale. Suuremal hulgal leiame seesuguseid rändpankaid Vaivaras Sinimägedes, kus nad on nimetatud kõrgustiku tuumaks.

Peipsi ja Võrtsjärve nõgu, mis esinesid lohkvormidena juba enne diluuviumi, said oma praeguse kuju mannerjää kulutava tegevuse toimel. Samuti avaldub viimase mõju meie

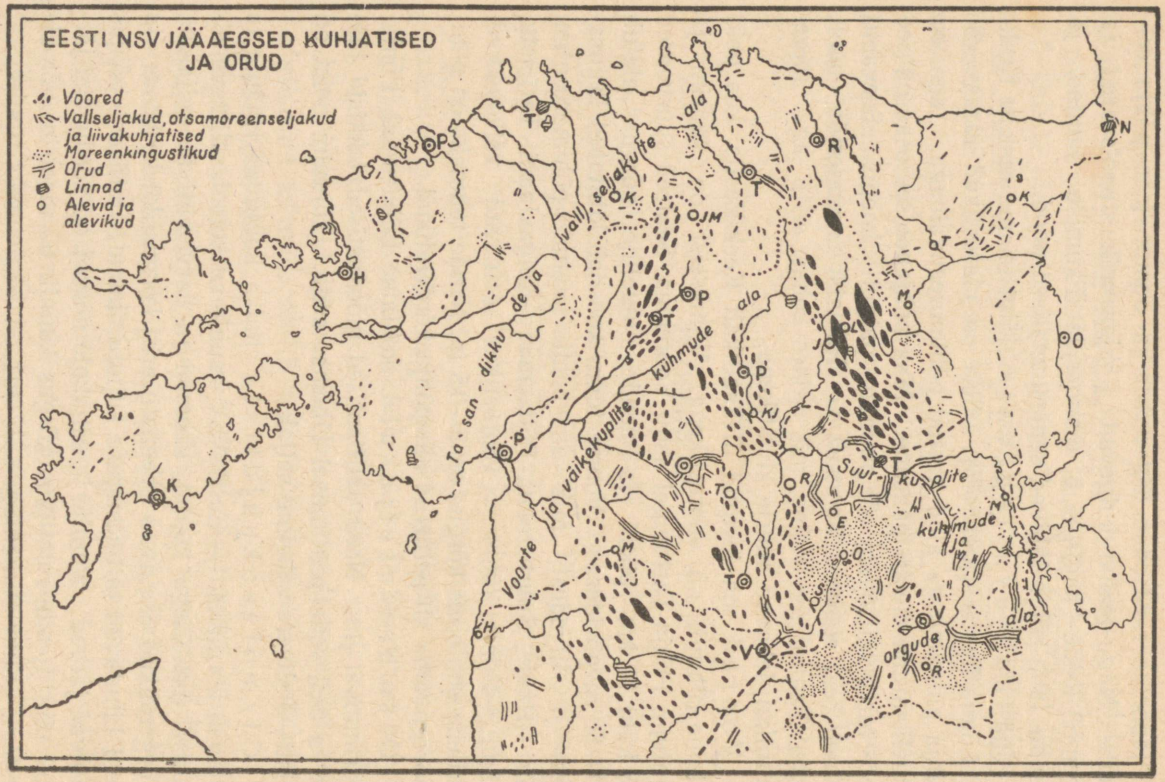
põhjapoolse randjoone liigestuses ja Soome lahe põhja reljeefis. Nagu teame, kulgevad Põhjaranniku poolsaared ja neemed loode—kagu, s. o. mannerjää liikumise suunas, ja Soome lahe põhja läbivad samasuunalised nõod.

Jää kuhjava tegevuse jälgi leiame eeskätt Kesk- ja Lõuna-Eestis (joon. 45). Siin on ulatuslikud tasase või lainja pinnamoega alad kaetud põhimoreenvaibaga, mis on sageli mitme meetri paksune. Maa põhjapoolses osas on see kate tunduvalt õhem või puudub paiguti hoopis. Seevastu esineb seal rohkesti Soomest ja Rootsist mannerjää poolt kohalekantud rändrahne, mis mõnes kohas, eriti aga mererannikul, lebavad suurte kivistikena.

Voored on levinud ülekaalukalt Kesk-Eestis, kus neid leiame rühmiti, nn. voorestikena. Viimaseist on suurim ja tuntuim Põhja-Tartumaal asuv Vooremaa. Sealsed suurvoored on kuni 10 km pikad ja nende suhteline kõrgus ulatub 40—50 m piiridesse. Voorte tuum koosneb kihitatud kruusadest ja liivadest, mis on pealt kaetud põhimoreeniga. Türi—Paide, Suure-Jaani, Põltsamaa—Kolga-Jaani, Tarvastu, Rannu—Rõngu ümbruse voorestikus esinevad väikevoored, millede suhteline kõrgus on 5—15 m. Nende tuumaks on põhimoreenvaiba all peituvad aluspõhja kõrgendikud.

Otsmoreenseljakuid kohtame Läänemaal, Põhja-Pärnumaal jm. Need vallitaolised moodustised tekkisid jääserva ees, selle peatumisel lühemat aega. Tuntuim neist on Risti—Palivere-vaheline seljak.

Otsmoreenkuhjatiste hulka kuuluvad Haanja ja Otepää kõrgustik — Eesti NSV kaunimad kohad. Siin vahelduvad üksteisega kuplid, kühmad ja harvemini ka seljakud. Kõrgendikud asetuvad tihedasti, eriti kõrgustiku keskosas, ja neid lahutavad mitmesuguse kujuga lohud, millede põhjas laiuvad järved. Kuplite ja seljakute nõlvad on võrdlemisi järsud ning nende relatiivne kõrgus küünib 60 meetrini või üle sellegi. Suur-Munamägi (317 m) on kõrgeimaks tipuks.



Joonis 45. Jääaja pinnavormid Eesti NSV-s.

Jääsulamisvete poolt kokkukantud ja kihitatud *vallseljakud* esinevad peamiselt Põhja-Eestis. Suuremal hulgal leiame neid Harjumaal Paunküla, Paluküla ja Voose „mägedes", Järvamaal Koonukõrve, Aegviidu ja Jäneda ning Virumaal Kadrina, Rakvere—Viru-Jaagupi ja Iisaku ümbruses. Nende suhteline kõrgus ulatub 40 m piiridesse.

Jäälõhedes uuristatud uurdeorge ning jääserva ees tekkinud *ürgorge* kohtame peamiselt Kesk- ja Lõuna-Eestis. Tihedam on nende võrk Tartu- ja Viljandimaa keskosas ning Ida-Võrumaal. Uurdeorgudest on tuntuimad Suur-Emajõe, Viljandi—Tänassilma, Õisu ja Rõuge org; ürgoruna esineb Räpina—Võru—Hargla nõgu.

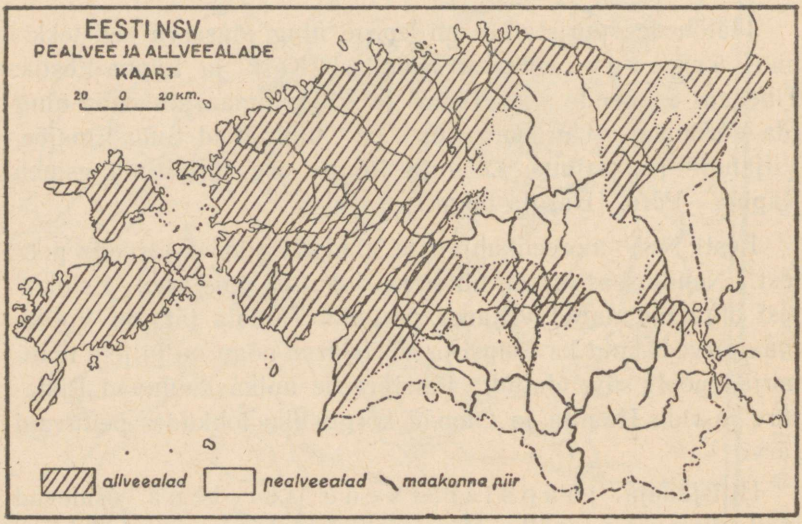
Eesti NSV moreenkuhjatiste alad on rikkad järvede poolest. Nende seas esineb nii süvend- kui ka paisjärvi. Esimestest olgu nimetatud Viljandi, Vagula, Tamula järv ja Vooremaa järved; kuid ka Peipsi ja Võrtsjärve nõgu on hiljem mannerjää poolt süvendatud. Paisjärvede hulka kuuluvad Pühajärv ja rida Haanja ja Otepää kõrgustiku lohkudes peituvaid järvi.

Hilisjääaja *jääpaisjärvede setetena* esinevad meil viirsavid ja mõll. Viirsavisid leidub suuremas ulatuses Kasari ja Pärnu jõe jõgikonnas, Läänesaarestikus ja Narva jõe madalikul, mõlli — Kõrvemaal ja Võrtsjärve ümbruses. Hilis- ja pärastjääaegse maapinna kerkimise tõttu asuvad endiste paisjärvede rannamoodustised meil praegu enam kui 80 m üle meretaseme.

Need maismaaosad, mis olid kaetud jääpaisjärvede ja hilisemate veekogudega — Joldia-mere, Antsülus-järve ja Litoriinamerega —, kannavad „*madal-Eesti*" ehk „*all-veeala*" nimetust, kuivmaana esinenud osa aga „*kõrg-Eesti*" ehk „*pealvee-ala*" (joon. 46) nime. Esimesse kuuluvad suurem osa Põhja- ja Lääne-Eestist koos Läänesaarestiku ja Peipsi ning Võrtsjärve nõoga. Siin uheti pinnasest

välja peenem aines, millest ongi tingitud nende alade mullastiku väiksem viljakus. Kõrg-Eesti tuumaks on Pandivere, Sakala, Otepää ja Haanja kõrgustik.

Diluuviumist pärit olevate maavaradena esinevad meil savid, liivad kruus ja rändrahnud.



Joonis 46. Eesti NSV pealvee- ja allvee-alade kaart.

b) Alluuvium.

Joldia-mere tekkimisega lõpeb diluuvium ja algab alluuvium ehk nüüdne ajastik.

Alluuviumi setteist oli meil kõnet juba eespool. Nagu mujal, nii moodustuvad nad Nõukogude Eestiski soodes ja rabades tekkinud turbast, vooluvete poolt kõrgemailt aladelt lohkudesse kantud uhtsavist ja -liivast, tuule tegevusel kokkukuhjatud tuiskliivast, mitmesuguseist järvesetteist jne.

Eesti NSV-s on üle 500 soo ja raba. Need võtavad endi alla

ligi 15% kogu liiduvabariigi territooriumist, kuid üle 60% neist on pindalalt väiksemad kui 5 km². Ulatuslikumad sood ja rabad esinevad meil Põhja- ja Lääne-Eestis — Alutagusel ja Pärnumaal —, kus moreensavise pinnasega suured tasandikud soodustavad sademete kogunemist.

Turbakihi paksus on meie rabades kuni 10 m. Selle alumises osas esineb tume hästi kõdunenud turvas, milles leidub mändide kännustikku. Pealmine osa aga koosneb heledamast, vähem kõdunenud turbast. Neid lahutab teineteisest järsk piirhorisont. Kirjeldatud erinevuse põhjuseks on klimaatilised olud. Vanem, tume turvas tekkis sooja ja kuiva kliimaga (subboreaalses) ajajärgus, kuna heledama värvusega turbakihi tekkimine on seotud jaheda ja niiske (subatlantilise) kliimaga.

Suuremaid tuiskliivakuhjatisi leidub meil Pärnu lahe rannikul ja Peipsi järve ümbruses. Luidestikke on ka sisemaal, kus nad tähistavad endisi randjooni.

Järvesetteist on maavarana tähtis järvekriit. Viimast kohtame sagedamini Lõuna-Eestis, kus ta peitub rabades ja uurdeorgude lammidel turbakihi all.

Mainimist väärib ka Litoriina-mere madalais lahesoppides settinud ränivetikate kestadest koosnev diatomiit. Viimast leidub meil Narva jõe suudmealal.

Vanadest rannamoodustistest võib meil jälgida Antsülusjärve ja Litoriina-mere omi. Loode-Eestis asuvad neist praegu esimesed 35 m ja teised 25 m üle meretaseme. Et hilis- ja pärastjääajal esinev maapinna kerkimine ei olnud ühtlane kõigis Läänemerd ümbritsevais mais, vaid oli suurem põhja pool, siis olid selle tulemuseks ajutised mere üleujutused lõunapoolseil aladel, nende seas ka praegusel Nõukogude Eesti territooriumil. Näiteks leidub meil Litoriina-mere kuhjatisi, mis lasuvad maismaa-setteil.

3. Eesti NSV taimkatte ja loomastiku areng.

Eesti NSV taimkate ja loomastik on hilis- ja pärastjääaegse päritoluga. Nagu teisteski Läänemeremais, nii toimus ka siin taimede ja loomade sisseränd naaberaladelt järkude viisi, vastavalt klimaatilisele olukorrale.

Parimaks arhiiviks, kust võib leida andmeid meie kodumaa üksikute ajajärkude kliima ja elukonna kohta pärast mannerjää alt vabanemist, on turbarabad. Turbakihi konserveeriva omaduse tõttu on neis säilinud rohkesti taimede ja loomade jäänuseid, eriti suurel hulgal mitmesuguste puudeliikide tolmuteri, mida tuul on sinna metsadest kandnud.

Määrates analüüsi teel kindlaks rabas teatud sügavuses esinevate tolmuterade liigilise kuuluvuse ja nende liikide omavahelise arvulise suhte, saame teada, milline taimkate esines uuritava turbakihi tekkimise ajal, ning võime selle põhjal teha järelduse tollal valitsenud kliima suhtes. Analüüsides niiviisi mitmesugusest sügavusest võetud proove ja järjestades need prooviks võetud turba vanuse järgi, koostame ülevaate antud koha kliima, taimkatte ja loomastiku arengust, alates mannerjää sulamisest kuni praeguse ajani.

Jääkatte taganemisega Eesti NSV territooriumilt algas siin *arktiline ajajärk*. See langes ühte Balti paisjärve ajaga ja kestis arvatavasti kuni 10 000 a. e. m. a. Siis valitses meie kodumaal polaarne kliima ja levis *tundrataimestik*. Viimase liigilisest koostisest annavad ülevaate Kundas, Viiratsis ja veel paaris teises kohas tehtud taimejäänuste leiud. Nende põhjal selgub, et rida tol ajal esinenud liike, nagu näiteks polaarpaju, võrklehine paju jt., on meil välja surnud, kuna teine osa on säilinud kuni tänapäevani. Niisuguste taimedena tuleb märkida sinikat ja pung-kirburohtu, mis on ülemaalise levikuga, vaevakaske ja soojumikat Põhja-Eestis, püst-kivirikku Põhjarannikul, alpi võipätakat

Saaremaa lubjarikastes soodes, mägi-kadakkaera Tallinna lähedal Lasnamäel jne.

Loomadest asustasid tol ajal Nõukogude Eesti territooriumi mammut, villkarvane ninasarvik, põhjapõder, muskusveis jt.

Järgnev subarktiline ajajärk, mis langes ühte Balti paisjärve lõpuosa ja joldia-ajaga, kestis 10 000—8000 a. e. m. a. Jääserva jätkuva taganemisega oli kliima muutunud soojemaks, mille tõttu nimetatud ajajärgul algas metsa pealetung tundrale. Sisserändavaist puudest olid ülekaalus männid, kased, haavad ja lepad. Neist tuli ajajärgu lõpu poole kask valitsevale kohale. Peale nimetatud puude on meie taimedest subarktilise päritoluga veel laialeheline küüvits Ida-Eestis, põõsasmaran Tallinna ja Paldiski vahelisel maa-alal, taevassinine kuslapuu Põhja-Eestis ja rida teisi. Loomadest rändasid sisse karud, hundid, põdrad ja teised jaheda kliimaga metsade elanikud.

Boreaalsel ajajärgul, mis ühtis antsülus-ajaga ja kestis 8000—5000 a. e. m. a., soojenes kliima veelgi, kuid muutus ühtlasi kuivaks. Sellega käsikäes toimus metsa pindala vähenemine ja männi tulek puude seas esikohale. Uute asukatena lisandusid meie taimkattele sarapuu, sanglepp, vaher, pärn, jalakas, tamm ja teised laialehelised puud. Metsade loomastik täienes ürghärja, euroopa piisoni ja kaljukassi juurdetulekuga.

Järgnev atlantiline ajajärk, mis ühtib litoriina-ajaga ja kestis 5000—2500 a. e. m. a., oli sooja ja niiske kliimaga. Aasta kesktemperatuur oli tollal paari kraadi võrra kõrgem praegusest kesktemperatuurist. Seega valitsesid kõigiti soodsad tingimused metsade laialdaseks levimiseks. Esikohale tulid tamme-segametsad koos teiste laialeheliste puudega. Nendega liitus samal ajajärgul ida poolt sisserännanud kuusk. Läänest tulid meile jugapuu, luuderohi, porss, mugultulikas, sookold ja paljud teised taimed.

Neid leiame tänapäeval veel Eesti NSV merelise kliimaga aladel, peaasjalikult Läänesaarestikus ja mandri lääne- ja loodeosas. Uute metsaelanikena rändasid meile sisse metssead, hirved ja koprad.

Atlantilisele ajajärgule järgnevat subboreaalset ajajärku, mis kestis 2500—500 a. e. m. a., iseloomustab kliima jahenemine ja kuivemaks, s. o. mandrilisemaks muutumine. Algab kuuse pealetung ja lehtmetsade väljatõrjumine.

Viimase, subatlantilise ajajärgu kliima on veelgi jahedam, kuid ühtlasi niiskem.

Taimkatte ja loomastiku levikus avaldub juba inimese kaasmõju. Kultuurmaistu rajamisel laastati just viljakama pinnasega sega- ja lehtmetsi. Tamm on jäänud meil väga haruldaseks puuks, mida suuremal hulgal esineb veel vähestes paikades, näiteks Läänesaarestikus, Paldiski ja Tallinna vahelisel maa-alal, Rakvere ja Simuna vahel, Otepää ümbruses jne.

Inimese poolt on sisse veetud ja kasutamisele võetud rida kultuurtaimi. Nende kõrval on aga tunginud meie territooriumile või toodud naabermaadest mitmesuguseid umbrohtusid ja teisi taimeliike. 1870. a. toodi Tartusse lõhnav kummel, kust see on levinenud üle terve maa. Rakvere raibe tuli meile idast XVIII sajandil või XIX sajandi algul. Kanada vesikatku leiti esimest korda Emajõest Tartu lähedal ja Sangastes 1895. a. Praegu on ta üks tüütavamaid taimi Peipsi vesikonna jõgedes.

Koos röövküttimise ja metsade laastamisega hävines meil rida loomaliike või muutus üpris haruldaseks. Viimaste hulka kuuluvad praegu karu, põder ja ilves, keda kohtame veel vähesel arvul suuremates metsades. Silmapaistvat osa etendavad subatlantilise ajajärgu loomastikus inimese poolt sisseveetud ja meie oludega kohanenud koduloomad.

Tabel: Eesti NSV taimkatte ja loomastiku areng.

Aeg	Läänemeri	Kliimaajajärgud	Kliima	Loodus	Inimkultuurid
1900 1000 m.a.j. 0 e.m.a.	Mya-meri	Subatlantiline	Jahe ja niiske	Kultuurtaimed ja loomad. Praegused metsataimed ja -loomad.	Ajalooline aeg Rauaaeg
1000 2000	Limnaea-meri	Subboreaalne	Jahe ja kuiv	Kuusk on valitsevaks puuks. Tamme-segamets hakkab vähenema.	Pronksiaeg Noorem kiviaeg
3000 4000 5000	Litoriina-meri	Atlantiline	Soe ja niiske	Kuusk ilmub idast. Tamme-segamets valitseval kohal. Metssiga, hirv, kobras jt.	
6000 7000 8000	Antsülusjärv Joldiameri	Boreaalne	Soe ja kuiv	Mänd valitseval kohal. Ilmuvad laialehelised lehtpuud. Urghärg, piison, kaljukass jt.	Keskmine ja vana kiviaeg
9000 10 000	Balti jääpaisjärv	Subarktiline	Külm ja kuiv	Kask valitseval kohal. Teiste puudena peamiselt männid, haavad ja lepad. Karud, hundid jt.	
11 000		Arktiline	Polaarne	Tundrataimestik. Mammut, villkarvane ninasarvik, põhjapõder, muskusveis jt.	

IV. Õhkkond.

1. Õhkkonna ulatus.

Õhkkond ehk atmosfäär [1] ümbritseb pideva kihina Maad ja võtab osa selle pöörlemisest ja tiirlemisest ümber Päikese.

Õhkkonnal on suur osatähtsus meie planeedil toimuvais füüsikalistes ja keemilistes protsessides. Temata ei oleks elukonda, kuna organismidel puuduks hingamiseks vajalik hapnik. Viimaseta poleks võimalik ka põlemine ning rida teisi looduse elus tähtsaid, hapendumisega seotud reaktsioone. Õhkkonnast on tingitud ilmade seis: õhutemperatuuri levik, õhurõhk, tuuled, niiskus, pilvitus, sademed. Viimastest tekkinud vooluveed, igilumi ja -jää ning jääliustikud on omakorda tähtsad välistegurid maismaa pinnaehituse kujundamisel. Sama on kehtiv ka tuule kulutava, paljandava, ärakandva ja kuhjava tegevuse kohta.

Õhkkonna ulatusest ja ülemiste õhukihtide iseloomust puuduvad meil täpsed teadmised. On tehtud kindlaks, et kõrguse suurenemisega õhkkond pidevalt hõreneb ja aeglaselt asendub planeetidevahelise ehk maailmaruumiga. Teoreetiliselt seisukohalt lähtudes oleks õhkkonna ülemine piir seal, kus tasakaalustuvad Maa külgetõmbejõud ja tsentrifugaaljõud (kuni 42 500 km kaugusel Maast). Tingimisi võime aga õhkkonna ülemiseks piiriks pidada neid õhukihte, mis on veel seevõrra

[1] Tuletatud kreekakeelsetest sõnadest *atmos* = veeaur ja *sfaira* = = sfäär, kera.

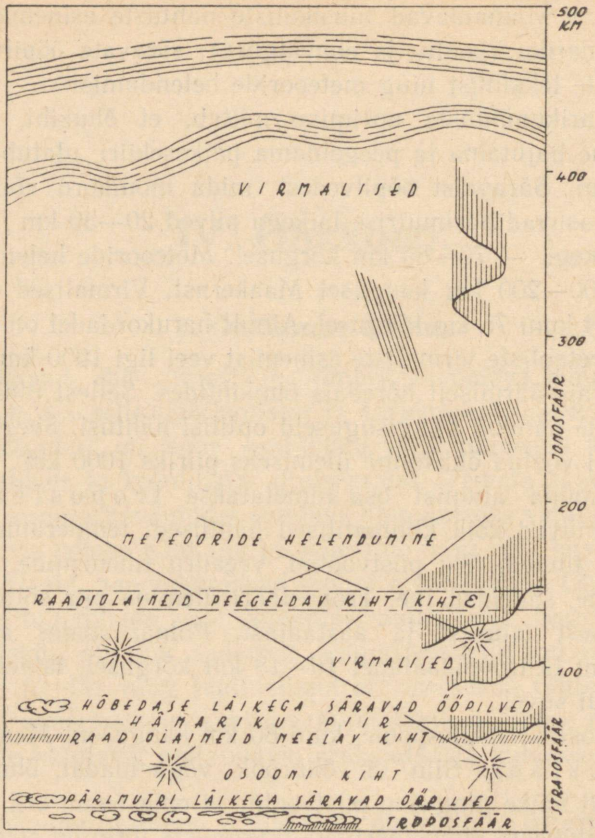
tihedad, et võimaldavad füüsikaliste nähtuste esinemist, näiteks hämariku (koidu- ja ehavalguse), säravate ööpilvede ja virmaliste tekkimist ning meteooride helendumist.

Hämarikunähtuste uurimine näitab, et õhukiht, mis on võimeline hajutama ja peegeldama päikesekiiri, ulatub 75 km kõrguseni. Säravaist ööpilvedest, mida mõnikord võib näha suveöil, asuvad pärlmutrise läikega pilved 20—30 km ja hõbedase läikega — 70—85 km kõrgusel. Meteooride helendumine algab 100—200 km kaugusel Maakerast. Virmalised tekivad tavaliselt kuni 75 km kõrgusel. Ainult harukordadel on märgatud kaaretaoliste virmaliste esinemist veel ligi 1000 km kõrgusel asuvais äärmiselt hõredais õhukihtides. Sellest ülalpool ei ole tähele pandud mingisuguseid optilisi nähtusi. Seega jääks tingimisi võetud õhkkonna ülemiseks piiriks 1000 km.

Õhkkonna alumist osa nimetatakse troposfääriks. Siin toimuvad kõik klimaatilised nähtused: temperatuuri kõikumine, tuuled, õhu püstvoolud, veeauru tihenemine, pilvede tekkimine, sademed jne. Troposfääri ülemine piir sõltub geograafilisest laiusest ja aastaajast. Polaarmaades asub ta 8—10 km ja troopikaaladel 16—18 km kõrgusel, talvel madalamal kui suvel.

Troposfäärist ülespoole, kuni 80 km kauguseni Maast levib stratosfäär. Siin on õhurõhk väga madal, õhuniiskus äärmiselt väike ning õhu püstvoolud ei oma enam erilist tähtsust. Stabiilsete atmosfääriliste tingimuste tõttu on stratosfäär (eriti selle alumine osa) kõige sobivam keskkond lennukite liiklemiseks. Umbes 60 km kõrgusel asub stratosfääris elektrit juhtiv kiht, mis tekib päikesekiirte mõjul ja neelab raadiolaineid. Sellest tingituna on raadio-saatejaamade — eriti lühilaineliste — kuuldavuskaugus öösiti suurem kui päeval

Stratosfäärile järgneb ionosfäär. Siin on õhurõhk kõige madalam. Ionosfääris esineb mitu elektrit juhtivat kihti, milledest tähtsaim on 100—150 km kõrgusel asuv E-kiht. See peegeldab maapinnale tagasi raadiolaineid, soodustades seega



Joonis 47. Atmosfäärilised nähtused mitmesuguses kõrguses.

nende kandumist laiemale maa-alale. Öösel on E-kiht kõrgemal kui päeval (joon. 47).

Tehniliste võimaluste puudumisel ei ole käesoleva ajani õhkkonna ülemistes kihtides toimetatud otseseid vaatlusi ja mõõtmisi.

Inimene on stratostaadi abil tunginud vaid stratosfääri alumistesse osadesse. Septembris 1933. a. saavutas NSV Liidu

stratostaat „SSSR“ 19 000 m kõrguse. Meie teine stratostaat Fedossenko juhtimisel jõudis 1934. a. kuni 22 000 m kõrguseni, kus teostati teaduslikke vaatlusi.

Meeskonnata ja isekirjutavate mõõteaparaatidega varustatud sondpallid on tõusnud 40—42 km kõrguseni.

2. Õhu koosseis.

Õhk on gaaside mehaaniline segu. Maapinna lähedal moodustavad õhu koosseisu põhimise osa kaks gaasi — lämmastik ja hapnik. Kuivas, läbi vati filtreeritud õhus leidub esimest, s. o. lämmastikku, 78,06% ja hapnikku 20,94%. Neile lisanduvad argoon (0,937%), vesinik (0,01%), heelium, neoon, krüptoon ja ksenoon. Iga üksiku arvele neljast viimatinimetatud gaasist langeb vaid mõni tuhandik või kümnetuhandik protsenti õhu mahust.

Atmosfääri kõrgemates kihtides on õhu koosseis teistsugune kui maapinna lähedal. Seejuures tuleb märkida, et üksikute autorite andmed õhu koosseisu kohta mitmesugusel kõrgusel erinevad omavahel, kuid üldiselt arvatakse, et raskemad gaasid nagu hapnik ja lämmastik levivad peamiselt õhkkonna alumises osas kuni 70 km kõrguseni. Sealt kõrgemale kasvab kiiresti heeliumi ja vesiniku hulk. Lähemalt selgitab õhkkonna ülemiste kihtide koosseisu Störmeri poolt koostatud tabel (joon. 48).

Peale loeteldud gaaside-elementide, milledest iga üksiku hulk on samas kõrguses ühtlane ja püsiv, leidub õhus veel veeauru, süsihappegaasi, tolmu, baktereid, lämmastiku hapendeid ja osooni — millede hulk on muutlik, olenedes mitmesuguseist tegureist.

Kuuma, niiske ilma puhul võib absoluutne niiskus tõusta 30 grammile 1 m^3 õhu kohta, väga madala temperatuuri juures langeda aga peaaegu 0-le. Edasi sõltub õhus leiduva veeauru hulk koha geograafilisest laiusest, vee ja maismaa jao-

tusest, mäeahelike asetusest ranniku suhtes, sisevetest, taimkattest jne. Stratosfääris on veeauru hulk minimaalne.

S ü s i h a p p e g a a s i on troposfääri alumistes kihtides 0,03—0,04%. Ta tekib hingamisel, põlemisel, vulkaanilistel pursetel, orgaaniliste ainete lagunemisel jne. Ookeanide kohal on süsihappegaasi vähem kui maismaa kohal, kuna osa gaasist lahustub vees. Öösel on süsihappegaasi hulk õhus suurem kui päeval, mil osa gaasist kulutatakse roheliste taimede poolt sarnastamisprotsessis.



Joonis 48. Õhu protsendiline koosseis (Störmeri järgi).

T o l m tõstetakse tuule poolt õhku maismaalt ja mikroskoobiliste soolaterakeste näol merepinnalt (eriti tormide ajal), paisatakse peene tuhana üles vulkaanide kraatreist ja tahmana arvutuist korstnaist; samuti tekib ta meteoriitide lagunemisel ja kosmilisest tolmust. Kõige rohkem on tolmu kuivusalade ja suurlinnade õhus. Vähe on teda ulatuslikumate veekogude kohal, polaarmaadel ja kõrgmägedes. Tolm on tähtis tegur veeauru tihenemisel õhus, esinedes „kondensatsiooni tuumadena".

Ka b a k t e r e i d leidub õhus suuremal hulgal, eriti rahvarikkais asulais.

L ä m m a s t i k u h a p e n d e i d tekib vähesel määral äikese laengute mõjul. Aga et Maakeral esineb igal aastal umbes 16 milj. äikest, siis annavad välgud aastas kokku 100 kuni 400 milj. tonni seotud lämmastikku.

Kõik eespool nimetatud õhulisandid esinevad eeskätt troposfääri alumistes kihtides ja nende hulk väheneb kõrguse kasvades.

Suurimaid o s o o n i kogusеid oletatakse aga uuemate uurimisandmete põhjal leiduvat 20—30 km vahelises kõrguses,

stratosfääri alumises osas, kus mainitud gaasihulk on muide väga kõikuv. Selle osoonikihiga on seotud pärlmutrise läikega säravate ööpilvede esinemine.

Taevavõlvi sinine värvus on tingitud päikesekiirguse siniste kiirte suuremast hajumisest õhkkonnas.

3. Õhu temperatuur.

Hapniku kõrval võimaldavad elu olemasolu Maakeral veel soojus, valgus ja vesi. Maa välispinnale ja teda ümbritsevale õhule on soojuse- ja valguseallikaks Päikese kiiritus (insolatsioon), mis üle 10 000 korra ületab Maakera sisemusest tuleva soojuse. Päikese kiirituse teel saadav soojushulk on sedavõrd suur, et ta sulataks aasta jooksul ligi 36 m paksuse, kogu Maad katva jääkihi.

Mitte igal ajal ja kõigis paigus Maakera pinnal ei ole Päikeselt tulev soojushulk ühesugune. Tähelepanekute ja kogemuste põhjal teame, et väikese nurga all langevad päikesekiired annavad ühele pinnaühikule vähem soojust ja valgust kui suure nurga all langevad kiired. Sellega on seletatav järjekindel temperatuuri madaldumine ekvaatorilt pooluste suunas. Seega sõltub Maakerale osaks saav soojushulk päikese kiirte langemisnurgast.

Põhja-poolkera talvel, kui Maa asetseb Päikesele kõige lähemal, saab Maakera tervikuna viimaselt rohkem soojust kui samal poolkeral valitseval suvel, kui ta asub Päikesest kõige kaugemal. Järelikult sõltub Maakeral Päikeselt saadav soojushulk ka Päikese kaugusest.

Hoolimata Päikese madalast seisust ja lühikesest vegetatsiooniperioodist jätkub polaaraladel pikkade päevade tõttu suvel küllalt soojust tundrataimede kasvamiseks ja nende vilja valmimiseks. Õhkkonna puudumisel saaks põhjapoolus oma 186 ööpäeva kestva polaarpäeva tõttu suvepoolaastal ainult 20% vähem soojust kui ekvaator sama aja vältel, olgugi et

Päike poolusel ei kerki üle 23,5° silmapiirist kõrgemale. Järelikult oleneb maapinnale saabuv soojushulk veel Päikese kiiritumise kestusest.

Ekvaatoril on päeva pikkus muutmatult 12 tundi; 45. laiuskraadil on pikim päev 15 tundi ja 26 minutit, 60. laiuskraadil 18 tundi 30 minutit ja 66,5 laiuskraadil 24 tundi. Samal laiuskraadil kestab polaaröö ühe ööpäeva, 70. laiuskraadil 65 ööpäeva ja 80. laiuskraadil 134 ööpäeva.

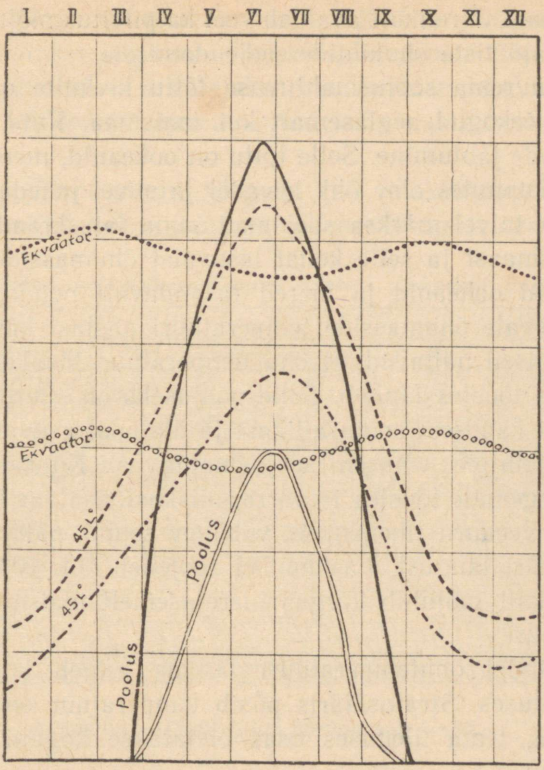
Mitte kõik Päikeselt Maakerale tulev soojus ei jõua maa- ja merepinnani — osa sellest peegeldub tagasi, osa neeldub õhkkonnas. Mida pikema tee peavad päikesekiired õhus läbima, mida rohkem sisaldub viimases veeauru, süsihappegaasi ja tolmu, seda suurem on päikesekiirte neeldumine — eriti lühilainelises sinises ja violetses osas. Seepärast näemegi silmapiiril asuvat Päikest punasena. Soojuse kadu kasvab pooluste suunas, sest geograafilise laiuse suurenemisel väheneb päikesekiirte langemisnurk ja pikeneb kiirte teekond läbi õhu.

Ülevaate päikesekiirte teekonna pikkusest õhkkonnas annab alljärgnev tabel.

Päikese kõrgus maapinnast	Päikesekiirte teekonna pikkus	Päikese kõrgus maapinnast	Päikesekiirte teekonna pikkus
90°	1,00	10°	5,60
60°	1,15	1°	26,96
30°	2.00	0°	35,40

Eespool loeteldud tegurite põhjal saab ekvaatoril üks pinnaühik umbes 50% sellest soojushulgast, mis langeks sinna õhkkonna puudumisel, 50° põhja- ja lõunalaiusel asuval alal 33—35%, kuid poolusel vaevalt 20%. Neeldunud soojus kulub õhu temperatuuri tõstmiseks. Niisiis peab õhkkond kinni osa päikeseenergiast, takistades selle pääsu Maakera pinnale ning kulutades seda oma temperatuuri tõstmiseks (joon. 49).

Päikeselt saadud soojus kiirgab Maa pinnalt pikalaineliste soojuskiirtena tagasi maailmaruumi. Sellestki kulub suur



Joonis 49. Aastane suhteline soojushulk Maa ekvaatoril, 45. laiuskraadil ja poolusel. Iga ülemine joon kujutab õhkkonna ülemise piirini, alumine — Maa pinnani jõudnud soojushulka.

osa troposfääri alumiste õhukihtide soojendamiseks. Siit kerkib soe õhk konvektsiooni püstvooludena üles, viies soojust juba troposfääri kõrgematesse kihtidesse. Pilvitus kaitseb maad kiire jahtumise eest, hoides soojust maapinna lähedal, kuid takistab ühtlasi Päikese kiirituse täielikku mõjulepääsu, pidades omakorda kinni neeldumise teel osa Päikeselt tulevast kiirga-

misenergiast. Järelikult avaldab veel ka pilvitus mõju Maakera pinna ja alumiste õhukihtide soojendamisele.

Vee suurema soojusmahtuvuse tõttu kivimite omast soojenevad veekogud aeglasemalt kui maismaa. Kuid aeglasem on ka nende jahtumine. Selle tõttu on ookeanid, mered ja nendega kokkupuutes olev õhk kevadel ja suvel jahedamad ning sügisel ja talvel märksa soojemad sama laiuskraadi all asuvast maismaast ja selle kohal lasuvaist õhumassidest. Seega mõjustavad ookeanid ja mered tasandavalt nendega kokkupuutes olevate õhumasside temperatuuri aastast käiku.

Mõõtmised näitavad, et õhu temperatuur Maakera pinnalt kõrgemale tõustes langeb. Selle põhjuseks on suurem kaugus Maast kui kaudsest soojusallikast ja ülalpool asuvate hõredamate õhukihtide väiksem soojusmahtuvus. Kuiv õhk jahtub 100 m kõrgemale tõustes 1° võrra, niiskust sisaldav keskmiselt 0,5°, sest veeauru tihenemisel vabanev soojus pidurdab kiiret temperatuuri langust. Laskumisel soojeneb õhk 100 m kohta 1°. Järelikult mõjutab kõrgus meretasemelt maismaa ja õhu temperatuuri.

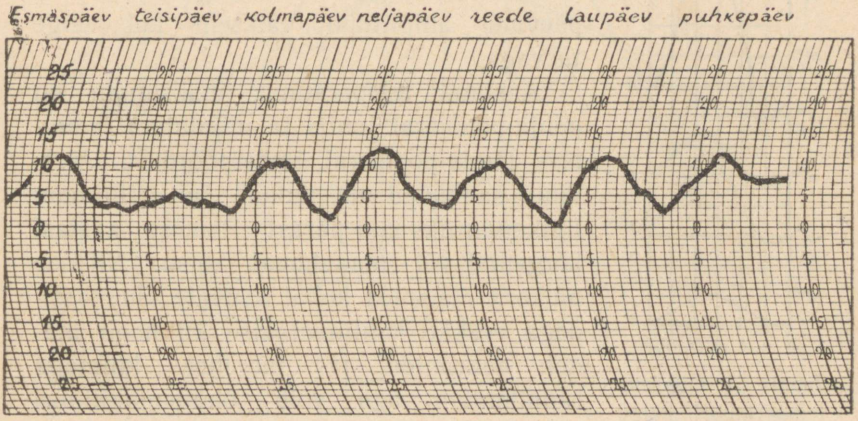
Järjekindel õhutemperatuuri langus esineb kogu troposfääri ulatuses. Stratosfääris püsib temperatuur enam-vähem stabiilsena, tema ülemises osas oletatakse koguni temperatuuri tõusu.

Õhu temperatuuri mõõdetakse elavhõbeda-, piiritus-, miinimum- ja maksimum-termomeetriga või isekirjutava termograafiga (joon. 50). Piiritus-termomeetrit kasutatakse madala temperatuuriga paikades, sest elavhõbe tardub —40° temperatuuril. Kraadide märkimiseks tarvitatakse teaduses Celsiuse skaalat (C). Kaitseks päikesekiirte otsese mõju eest on ilmajaamades ja vaatluspunktides termomeetrid paigutatud erilistesse vaatlusonnidesse, mis asuvad 2 m maapinnast kõrgemal.

Ööpäeva ja aastane temperatuurikäik. Õhu temperatuuri mõõdetakse ilmajaamades neli korda ööpäevas: kell 1, kell 7, kell 13 ja kell 19 kohaliku keskmise

päikeseaja järgi. Saadud andmete liitmisel summa neljaks jagamisel leitakse ööpäevane kesktemperatuur. Ööpäevastest kesktemperatuuridest arvutatakse kuu kesktemperatuur, kuna viimastest omakorda saame antud koha aasta kesktemperatuuri.

Ööpäeva temperatuuri kõrgeim seis, maksimum, ei lange ühte Päikese kõrgeima seisuga (keskpäevaga), vaid järg-

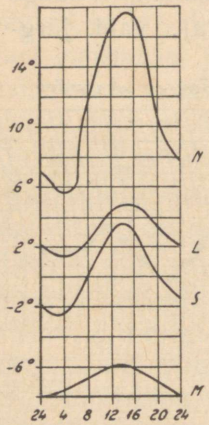


Joonis 50. Üleskirjutus termograafi lindil.

neb sellele 2—3 tunni pärast (tavaliselt kell 14), kui vähenev soojuse juurdevool Maakera pinnale on tasakaalus soojuse äravooluga sealtsamast. Õhutemperatuuri madalaim seis, miinimum, ühtib Päikese tõusu ajaga, mil soojuse äravool tasakaalustub kasvava soojuse juurdevooluga.

Ööpäevase temperatuuri maksimumi ja miinimumi vahet nimetatakse temperatuuri ööpäevaseks amplituudiks. Viimane on sõltuv mitmesuguseist tegureist: aastaaegadest, geograafilisest asukohast (joon. 51), kõrgusest, merepinnast, mere lähedusest, õhuniiskusest, pilvitusest jne. Väike on temperatuuri ööpäevane amplituud talvel, polaarmaades (Novaja-

Zemljal koguni suvel 1—2°), ekvaatoril (kuni 5°), rannikualadel, saartel ja ookeani kohal, ning suur — põhjapoolkera keskmiste laiuste all, ulatuslikel maismaa-aladel, hõrendatud õhuga kõrgeil kiltmail (Ida-Pamiiris kuni 30°) ja vähese õhuniiskuse ja kidura taimkattega alades (Turkmeenia kõrbeis 25° — harukordadel kuni 34°, Arizonas USA-s ligi 40°).



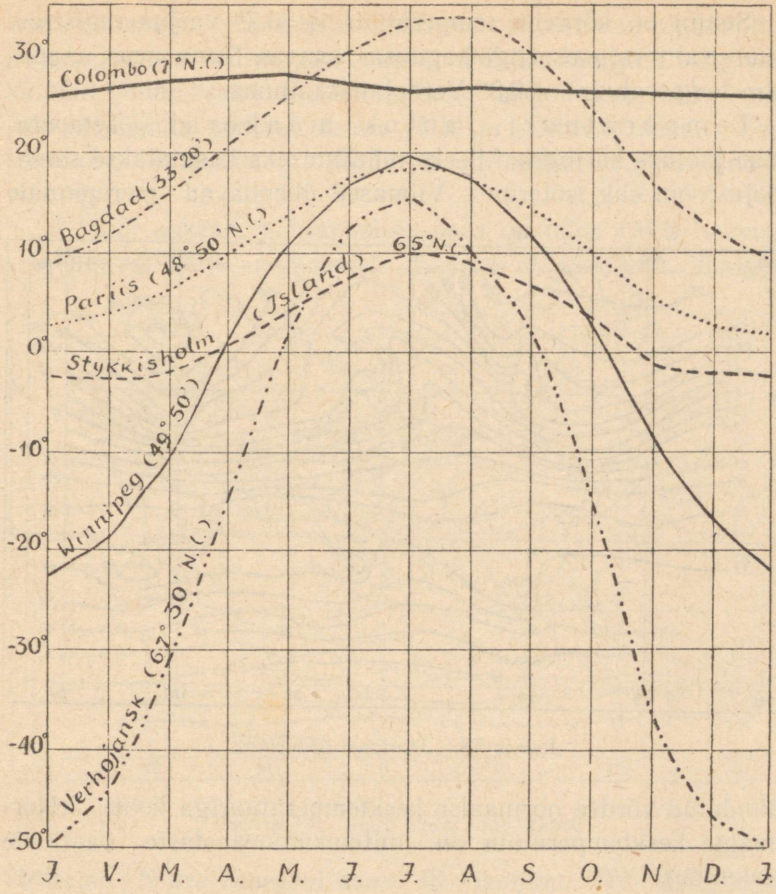
Joonis 51. Ööpäeva temperatuuri käigu sõltuvus geograafilisest asukohast. N — Nukus, L — Leningradi, S — Sverdlovsk, M — Melkaja Guba.

Pilvise ilmaga on temperatuuri ööpäevane amplituud väiksem kui selge taevaga.

Aastane temperatuuri maksimum on põhja-poolkeral juulis ja miinimum jaanuaris, lõuna-poolkeral ümberpöördult. Järelikult saabuvad maksimum ja miinimum ligikaudu üks kuu pärast Päikese aastast kõrgemat või madalamat seisu. Nii on olukord maismaa kohal asuvate õhumassidega, eeskätt kontinentaalse kliimaga aladel; ookeanidel ja merelise kliimaga rannikumail aga võib õhutemperatuuri maksimum ja miinimum hilineda kuni kahe kuuni, mis on seletatav mere soojendava ja jahutava toimega eri-aastaaegadel.

Maksimumi ja miinimumi hilinemine on tingitud Maakera pinnal toimuva soojuse juurde- ja äravoolu omavahelisest suhtest. Soojuse juurdevool ületab tunduvalt äravoolu mai-, juuni- ja juulikuudel, äravool aga saavutab suurima ülekaalu detsembris ja jaanuaris (eriti).

Õhu kõrgeima ja madalaima kuu-kesktemperatuuri vahe on temperatuuri aastane amplituud. Viimane muutub eeskätt geograafilise laiusega, kasvades ekvaatorilt pooluse suunas; ta on orgudes suurem kui mägedes, ookeanide kohal ja rannikul väiksem kui sisemaal jne. Eriti ulatuslik on

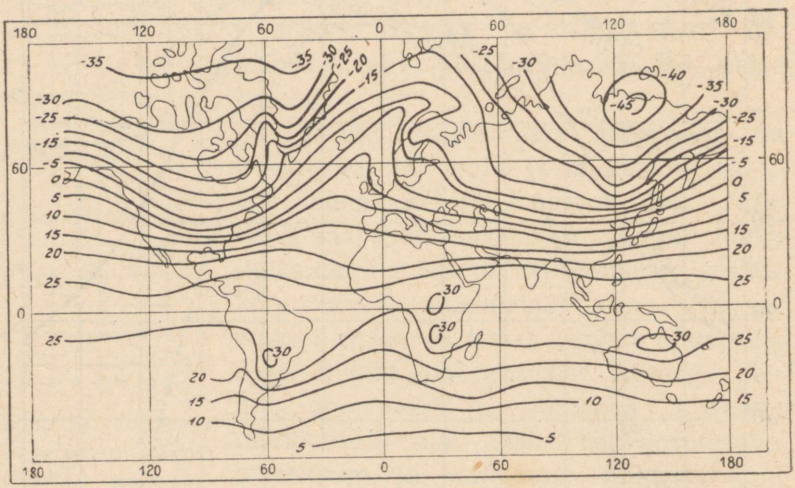


Joonis 52. Aasta kesktemperatuuri kõverad mandrilise ja merelise kliimaga aladel.

temperatuuri aastane amplituud kõrbetes ja kõrgeil kiltmail (Turtkulis Kesk-Aasias 33,1°, Murgabis Pamiiris 43°). Kontinentaalse kliimaga Verhojanskis Ida-Siberis on keskmine aasta-amplituud 65,9°, mis ongi maailma suurim (joon. 52).

Senini on kõrgeim temperatuur +56,7° varjus registreeritud Kalifornia osariigi kaguosas asuvas Surmaorus, madalaim temperatuur —69,8° Verhojanski linnas.

Temperatuuri jaotus maakeral. Temperatuuri jaotuse kartograafiliseks märkimiseks kasutatakse samasoojusjooni ehk isoterme. Viimased ühendavad merepinnale



Joonis 53. Jaanuari-isotermid.

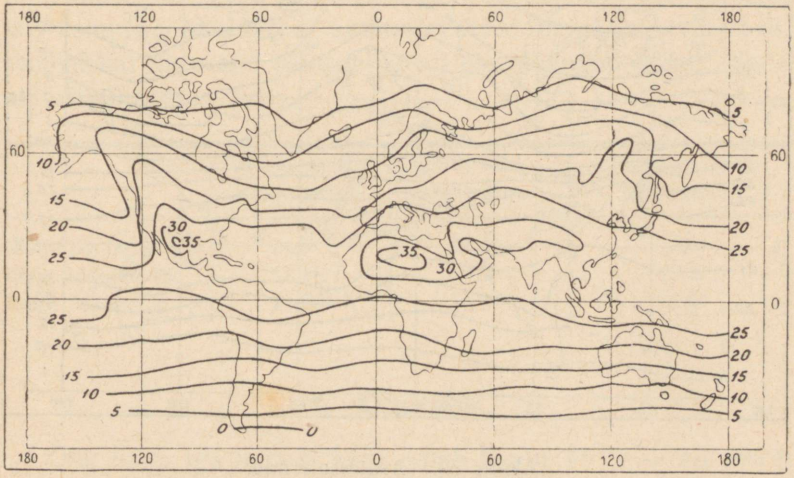
taandatud võrdse normaalse kesktemperatuuriga kohti. (Normaalne kesktemperatuur on mitmekümneaastaste vaatluste keskmine).

Tähtsaimad on jaanuari-, juuli- ja aastaisotermid.

Vaadeldes kaarti joonisel 53, märkame jaanuari-isotermide levikus ja kujus erinevust põhja- ja lõunapoolkera vahel. Maismaarikkal põhja-poolkeral kalduvad isotermid mandrite kohal, viimaste tugevama jahtumise tõttu, võrreldes merega, keskmiste ja suuremate laiuste all tunduvalt lõunasse. Külmapoolused asuvad Verhojanskis (—50,5°) ja Põhja-Gröönimaal (—45°). Madala tempera-

tuuri esinemist Verhojanski ümbruses põhjustavad pinnaehitus ja talvel valitsevad nõrgad tuuled. Põhja-Jäämerelt valguvad, külmad õhumassid kuhjuvad suletud nõgudesse, kuhu nad jäävad püsima nõrkade tuulte tõttu ja jahtuvad edasi. Soojema õhu juurdevoolu lõuna poolt takistab Verhojanski mäestik.

Atlandi ookeani põhjapoolses osas on näha Golfi hoovuse soojendavat mõju, mis surub isotermid kaartena kaugele

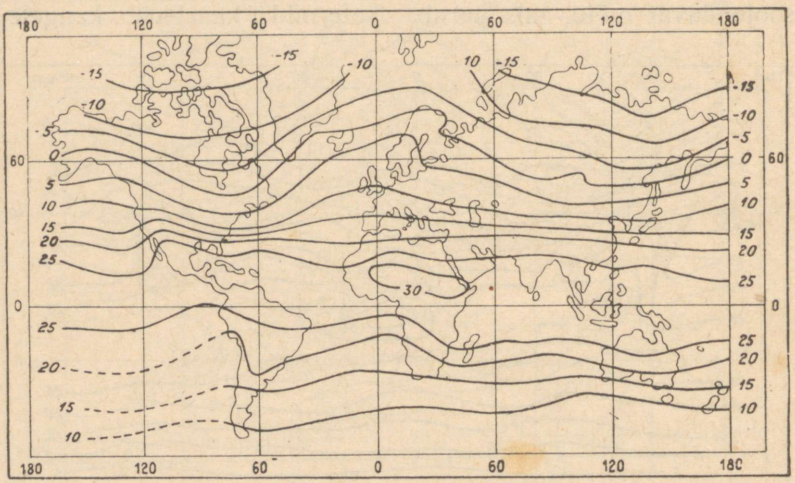


Joonis 54. Juuli-isotermide kaart.

kirdesse. Norra rannikul asub 0° isoterm 70° p.-l., Ida-Siberis aga ulatub ta 34° p.-l.

Mere ülekaalu tõttu on isotermide asetus lõuna-poolkeral korrapärasem kui maismaarikkal põhja-poolkeral. Kuna esimesel valitseb tol ajal suvi, siis on mandrite siseosades kõrge temperatuur (Austraalias üle 32°). Kõige kuumemad alad on piiratud 30° isotermiga. Mandrite lääneranniku il on märgata külmade merehoovuste jahutavat mõju — isotermide järsul ekvaatori poole suundumise näol.

Juuli-isotermide kaardil (joonis 54) märkame mandril isotermide kaardumist pooluse poole (eriti Põhja-Ameerika lääneosas), mis on tingitud maapinna suuremast soojenemisest, võrreldes merega. Katmata või puuduliku taimkattega pinnase tõttu osutuvad kõrgeima temperatuuriga aladeks Sahara keskosa ja Surmaorg Kalifornias (USA), mis



Joonis 55. Aastaisotermid.

on ümbritsetud 35° isotermiga. Neis paikades tõuseb temperatuur kuni 58° varjus. Atlandi ookeani põhjaosas märkame isotermide käigus Golfi hoovuse ja Kalifornia rannikul külma merehoovuse mõju.

Lõuna-poolkeral kulgevad isotermid peaaegu paralleelselt rööbikutega. Vähem kui suvel annab end tunda mandrite lääneranniku külmade merehoovuste toime. Külmapooluseks on Antarktika manner, kus juulikuu keskmine temperatuur on — 42°.

Aastaisotermide kaart (joon. 55) sarnaneb enam

jaanuari-isotermide omaga. Külmapoolused jäävad ka sellel Verhojanski ümbrusse ja Gröönimaale. Golfi hoovuse mõju annab end tunda Atlandi ookeani põhjaosas — Skandinaavia ja Gröönimaa vahel. Kuumimad alad ei jää ekvaatori kohale, vaid sellest põhja poole — Saharasse, Lõuna-Araabiasse, Dekkani kiltmaale ja Mehhikosse — kõikjal aasta kesktemperatuuriga üle 28°. Ekvaatoril mõjuvad jahutavalt suur aurumine, sagedane pilvitus ja rikkalikud sademed.

Üldiselt on põhja-poolkera oma ulatuslikkude mandritega, kus esinevad laialdased taimkattevaesed liiva- ja kivikõrbed, soojem kui tugevasti mere mõju all olev lõunapoolkera. Seda näitab alljärgnev tabel.

	Aasta kesktemperatuur	Juuli kesktemperatuur	Jaanuari kesktemperatuur
Põhja-poolkeral	14,5°	22,5°	8,0°
Lõuna-poolkeral	13,4°	10,3°	17,3°
Kogu Maakeral	14,3°	16,4°	12,6°

4. Õhurõhk.

Õhk nagu iga teinegi keha omab kaalu. 45° p.-l. all meretasemel kaalub 1 m^3 kuiva õhku 0° juures 1,29 kg. Ülemised õhukihid oma raskusega rõhuvad alumisi, mis seetõttu on enam kokku surutud ja tihedamad kui neist kõrgemal-asetsevad. Õhk surub ka temaga kokkupuutes olevaid kehi. Seda nähtust nimetatakse õhurõhuks. Õhurõhu suurus mingile pinnale on võrdne tema kohal asuva õhusamba kaaluga.

Õhurõhku mõõdetakse baromeetri ja isekirjutava barograafiga. Normaalse õhurõhu all mõistetakse 45° p.-l. all meretasemel valitsevat keskmist õhurõhku, mis hoiab baromeetris ülal 760 mm kõrguse elavhõbedasamba (1 õhuatmosfäär). Sel juhul on õhusurve 1 cm^2 pinnale 1033,3 g.

Inimese kehale, mille välispind on 1,6 m^2, surub õhk 16 500 kg raskusega.

Tänapäeval kasutatakse teaduses rahvusvahelise kokkuleppe põhjal õhurõhu mõõtmisel millibaare. Millibaar on üks tuhandik osa baarist. Baar kuulub rõhuühikuna absoluutsesse mõõtühikute süsteemi ja tähistab 1 miljoni düünilist survet 1 ruutsentimeetrilisele pinnale (millibaar 1000 düüni). Normaalne õhurõhk võrdub 1 013 250 düüniga ehk 1013,2 millibaariga. Seega vastab 1 millibaar (760 : 1013,25) 0,75 mm kõrguse elavhõbedasamba rõhumisele, kuna 1 mm baromeetri elavhõbedasambast vastab (1013,2 : 760) 1,33 millibaarile.

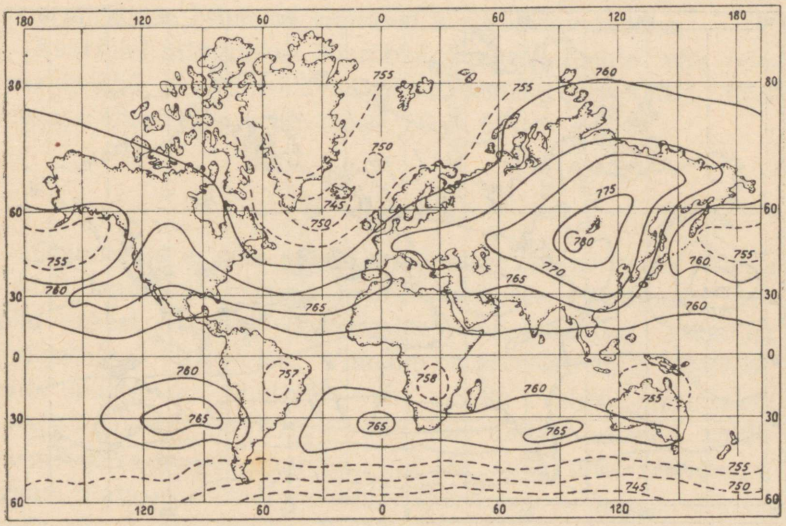
Maapinnast kõrgemal väheneb õhkkonna tihedus pidevalt ning sellega koos ka õhurõhk. Alumistes õhukihtides on õhurõhu langus 0^0 temperatuuril 1 mm iga 10,52 m kõrguse kohta. Seda kõrgusevahet meetrites, mis tõusmisel annab elavhõbedasamba languse 1 mm võrra, nimetatakse baromeetriliseks kõrgusastmeks. Kõrgemates õhukihtides ja kõrgema temperatuuri puhul on baromeetriline kõrgusaste suurem, s. o. õhurõhk väheneb aeglasemalt.

Õhurõhu suurust kõrgustes selgitab järgnev tabel.

Õhukihtide kõrgus merepinnast (km)	Rõhumine (mm)
Meretasemel	760
5	405
20	40,99
40	1,84
60	0,0935
80	0,0123
100	0,0067
140	0,0040

Õhurõhu ööpäevane kõikumine on korrapärane ja hästi tähelepandav ekvaatoril (üle 2,5 mm) ja väiksemate laiuskraadide all. Ta väheneb pooluse suunas (Irkutskis alla 1,6

mm) ja kaob polaarpiirkonnas peaaegu hoopis. Samuti väheneb amplituud kõrgusega. Ookeanide kohal on ööpäeva kestel kaks maksimumi (kell 10 ja kell 22) ja kaks miinimumi (kell 4 ja kell 16), maismaal ainult üks maksimum — mis ühtib ligikaudu õhutemperatuuri miinimumi ajaga — ja üks miinimum — ligikaudu õhutemperatuuri maksimumi ajal.



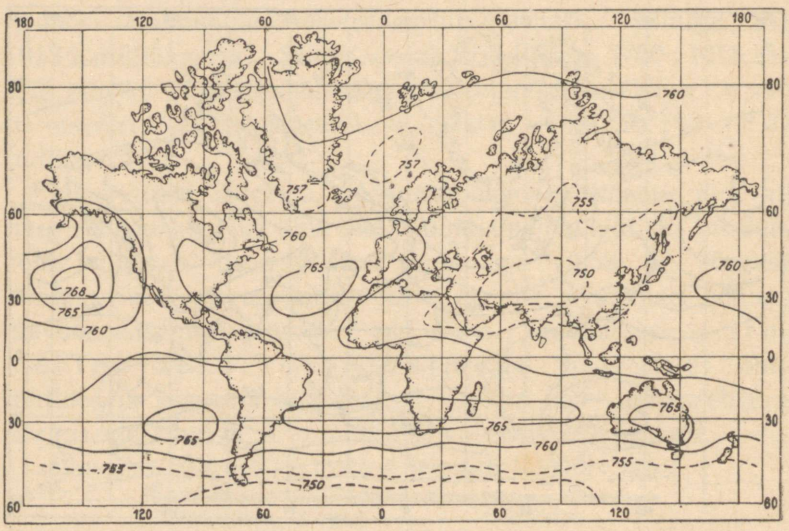
Joonis 56. Jaanuari-isobaarid.

Ka aastased õhurõhu kõikumised on seotud õhutemperatuuri muutustega. Seetõttu on nad kõige väiksemad ekvatoriaalses vööndis, kus ka temperatuuri amplituud on väikseim, ja kasvavad pooluste suunas, olles suurimad terava kontinentaalse kliimaga aladel.

Talvel jahtub õhk maismaa kohal tugevasti, tiheneb, muutub raskemaks ja, laskudes maapinnale, suurendab õhurõhku. Suvel, vastuoksa, tõuseb hõre, kuumendunud, kerge õhk ülespoole — kutsudes esile õhurõhu vähenemise. Seega on mand-

ritel aastane õhurõhu maksimum talvel ja miinimum suvel (välja arvatud vahemere kliimaga alad). Ookeanidel valitseb vastupidine olukord, kuna nad on suvel maismaast jahedamad ja talvel soojemad.

Alatine madalrõhkkond valitseb ekvaatori kohal, kus Päikese kõrge seisu tõttu läbi aasta on soojuse juurdevool



Joonis 57. Juuli-isobaarid.

suur — sellest alumiste õhukihtide tugev soojenemine ja sooja õhu ülestõusmine, mis kutsub esile õhurõhu languse.

Maa pöörlemise mõjul liiguvad ekvaatoril üleskerkinud ning teatud kõrgusel põhja ja lõuna poole valguvad õhumassid lähistroopilistel laiustel (30—35° p.-l., 25—35° l.-l.) juba lääne-ida suunas. Laiuskraadide pikkuse lühenemise tõttu pooluste suunas tekib siin õhumasside kuhjumine ja õhk laskub alla, moodustades lähistroopilise kõrgrõhkkonna. Tal-

vel liitub nimetatud ala Kesk-Aasia maksimumiga ühtseks kõrgrõhuvööndiks. Sellesse kuulub ka Atlandi ookeanis esinev Assoori kõrgrõhkkond.

Kummagi poolkera teine madalrõhkkond asetseb parasvööndis 60-ndate laiuskraadide kohal, olles tsükloonide tekkimise alaks (Islandi miinimum) ja nende peamiseks liikumisteeks. Külmade ja raskete õhumasside kuhjumise tõttu pooluste piirkonda esinevad viimased kõrgrõhkkondadena.

Kaartidel märgitakse õhurõhku samarõhujoonte ehk isobaaride abil, mis ühendavad meretasemele taandatud ühesuuruse õhurõhuga kohti (joon. 56 ja 57).

5. Tuuled.

Õhumassid ei püsi paigal, vaid valguvad kõrgema rõhuga aladelt madalama rõhuga piirkondadesse. Niisugust õhurõhu vahest tingitud õhumasside horisontaalset liikumist nimetatakse *tuuleks*. Viimane on seda kiirem ja tugevam, mida suurem on õhurõhu vahe. Seda vahet märgitakse *õhurõhu gradiendi* abil, mis näitab, mitme millimeetri võrra langeb õhurõhk 111 km ehk ühe meridiaani kraadi ulatuses — möötes rõhu vähenemise suunas, s. o. risti isobaarile. 1 mm gradiendi puhul on tuule kiirus 8,5 m/sek.

Tuult nimetatakse selle ilmakaare järgi, kust ta puhub: läänetuul puhub läänest (aga mitte läände), kagutuul kagust jne.

Maa pöörlemise mõjul kalduvad tuuled oma esialgsest liikumissuunast kõrvale — põhja-poolkeral paremale ja lõunapoolkeral vasakule. Kõrvalekaldenurk kasvab ekvaatorilt pooluste poole. Ühesuuruse gradiendi puhul on tuul tugevam merel ja maismaa tasastel lagendikel, kus hõõrdumine ja seega ka takistus väiksem, ning nõrgem vahelduva pinnaehitusega või metsarikastes alades, kus õhuliikumine on tunduvalt takistatud. Maapinnalt kõrgemal kasvab tuule kiirus.

Tuule suunda ja kiirust mõõdetakse tuulelipu, anemomeetri ja anemograafiga. Tuule kiiruse ja tugevuse märkimiseks tarvitatakse Beauforti 12-pallilist skaalat.

Beauforti skaala.

Pallid	Tuule kiirus m/sek.	Tuule iseloom	Välised tunnused
0	0 — 0,5	Tuulevaikus	Täielik vaikus.
1	0,6— 1,7	Tasane tuul	Suits tõuseb peaaegu püstloodis üles. Lehed ei liigu.
2	1,8— 3,3	Kerge tuul	Õhuliikumine tunda näoga.
3	3,4— 5,2	Nõrk tuul	Liigutab puulehti ja peenemaid oksi.
4	5,3— 7,4	Paras tuul	Kõigutab väikesi oksi. Tõmbab lipud sirgu.
5	7,5— 9,8	Värske tuul	Kõigutab suuri oksi. Veepinnal tekitab laineid.
6	9,9—12,4	Tugev tuul	Painutab suuri oksi. Telefonitraadid kumisevad.
7	12,5—15,2	Tugev tuul	Kõigutab nõrgemaid puutüvesid.
8	15,3—18,2	Väga tugev tuul	Murrab puude oksi. Vastutuult liikumine raske.
9	18,3—21,5	Torm	Paiskab maha korstnaid ja katusekive.
10	21,6—25,1	Tugev torm	Kisub puud juurtega maast üles.
11	25,2—29	Maru	Tekitab suuri purustusi. Maismaal, eemal merest, esineb harva.
12	Üle 29	Raju (orkaan)	Hävitav toime. Maismaal haruldase erandina.

Õhumasside liikumine ja planetaarsed tuuled. Temperatuuri ja õhurõhu ebaühtlase jaotuse tõttu Maakera pinnal on õhumasside liikumine kogu Maa ulatuses üldjoontes järgmine.

Ekvatoriaalses madalrõhkkonnas tõuseb Päikesest kuumendatud õhk üles ja alates 2—3 km kõrguselt valgub laiali pooluste poole. Teda asendavad lähistroopilisest kõrgrõhkkonnast tulevad õhumassid, mis Maa pöörlemise tõttu kalduvad põhja-poolkeral paremale ja lõuna-poolkeral vasakule (võrreldes meridiaani suunaga). Neid läbi aasta samas sihis puhuvaid tuuli tunneme kirde- ja kagupassaatide nime all — neist esimesi põhja, teisi lõuna pool ekvaatorit. Passaadid ulatuvad kuni 3 km kõrguseni ja nende kiirus on 6—8 m/sek. Tormid on passaatide alal haruldased, sest õhurõhu ja temperatuuri kõikumised on siin väikesed. Eriti selgejooneliselt on passaadid märgatavad ookeanide kohal. Troopilises kliimavööndis on nad seal esinevate merehoovuste põhjuseks. Samuti kasutavad passaate purjelaevad oma kiiremaks edasiliikumiseks.

Puhudes jahedamailt aladelt soojematesse, ei too passaadid endiga kaasa kuigi palju sademeid, välja arvatud tuulepealsed nõlvad, kus jahtumise tõttu veeaur tiheneb suuremal hulgal.

Passaadid ei puutu ekvaatoril teineteisega kokku, vaid nende vahele jääb nn. ekvatoriaalne vaikusvöönd, mis ulatub Atlandi ja Vaikses ookeanis 0—10° põhjalaiuseni ja India ookeanis 0—10° lõunalaiuseni. Siin valitseb tuulevaikus või puhuvad vahelduvad tuuled.

Ekvatoriaalsest madalrõhkkonnast pooluste poole valguv õhk moodustab antipassaadid, mis asuvad 3—8 km kõrgusel — pealpool passaate. Põhja-poolkeral on antipassaatide suund edelast — kirdese ja lõuna-poolkeral loodest — kakku, mis samuti on tingitud õhumasside kõrvalekaldumisest Maa pöörlemise mõjul. Edasi, 30—40 laiuskraadi vahel mõlemal poolkeral, on antipassaatide poolt kaasatoodud õhumasside liikumissuund juba läänest itta. Põrgates siin kokku pooluste poolt kohale surutud õhuga, laskuvad nad üheskoos

alla ja tekitavad lähistroopilised kõrgrõhualad, mis on tuntud oma sagedaste tuulevaikustega.

Nagu eespool märgitud, valgub osa siia kokkukuhjatud õhust passaatidena ekvaatori poole tagasi. Teine osa aga suundub parasvööndi madalrõhkkonna sihis, kaldudes oma teekonnal Maa pöörlemise mõjul tugevasti ida poole, tekitades seega läänetuuli. Püsivama iseloomuga on viimased lõuna-poolkeral — ookeanide kohal, kus nad on lääneidasuunalise Suure Lõunahoovuse tekitajaks. Tavaliselt omavad aga läänetuuled muutlikku iseloomu, vahetades sageli oma suunda ja tugevust. Suur tähtsus on läänetuultel mandrite parasvööndi läänerannikuile, kuhu nad viivad, eriti sügisel, tulles soojemast alast jahedamasse, rohkesti sademeid. Eriti tuleb antud juhul tõsta esile Euroopat, kuhu nimetatud tuuled puhuvad Golfi hoovusega soojendatud ookeanilt, kandes selle mõju kaugele mandri sisemusse.

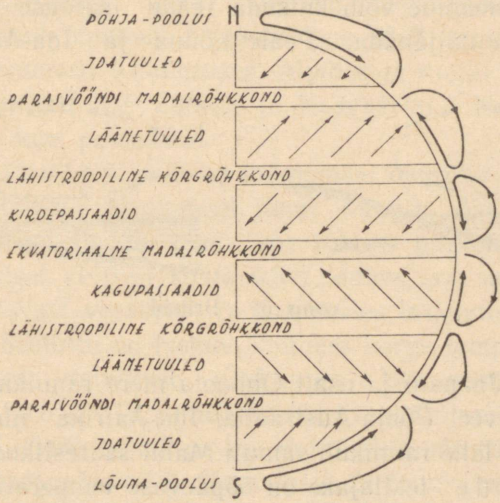
Poolust ümbritsevast kõrgrõhualast tungivad külmad õhumassid parasvööndi madalrõhkkonda idatuulte näol. Siin segunevad nad läänetuulte poolt toodud soojema õhuga, pannes aluse tsükloonide ja antitsükloonide ehk madal- ja kõrgrõhkkondade tekkimisele.

Parasvööndi madalrõhkkonda kokkuvoolav ja seal üleskerkiv õhk valgub laiali: osa ekvaatori suunas — lähistroopilisse kõrgrõhkkonda, osa poolust ümbritsevasse kõrgrõhualase, laskudes mõlemal juhul uuesti tagasi maapinnale.

Eespooltoodu põhjal näeme, et tsirkuleerivad õhumassid moodustavad Maakera pinnal kolm suletud ringi: 1) ekvatoriaalse madal- ja lähistroopilise kõrgrõhkkonna vahel puhuvad all ekvaatori suunas passaadid ning ülal liiguvad vastassuunas antipassaadid; 2) lähistroopilise kõrg- ja parasvööndi madalrõhkkonna vahel puhuvad all läänetuuled pooluse suunas, kuna ülal valguvad õhumassid ekvaatori poole; 3) parasvööndi madalrõhkkonna ja pooluse vahel puhuvad all

idatuuled ekvaatori suunas, kuna ülal liiguvad õhumassid pooluse poole (joon. 58).

K o h a l i k u d t u u l e d. Kohalikke tuuli võib jagada kahte tüüpi: perioodilisteks, mis teatud ajavahemikus puhuvad ühes suunas, aga teises ajavahemikus sellele vastupidises, nagu näiteks mussoonid, briisid ning oru- ja mäetuuled,



Joonis 58. Õhuliikumine Maakeral.

ja mitteperioodilisteks, millede esinemine ei ole seotud kindla ajaga. Viimasesse tüüpi kuuluvad langetuuled (föön, bora), kuiv kuum tuul (суховей), tromb, pilvesammas jt.

M u s s o o n i d e ehk m o n s u u n i d e suund oleneb aastaaegadest. Näiteks kuumeneb Aasia mandri laialdastes taimkattevaestes siseosades suvel õhk tugevasti, hõreneb ja kerkib üles — tekib madalrõhuala. Sinna valgub ookeanidelt kui kõrgema rõhuga piirkondadest jahedamaid, niiskust sisaldavaid õhumasse, mida tuntakse suvemussoonide nime all ja

mis toovad rohkesti sademeid, eriti merepoolsetele mäenõlvadele. Talvel kujuneb Aasia siseosades maismaa ja selle kohal asuvate õhumasside suure jahtumise tõttu kõrgrõhuala, kust õhk valgub laiali äärte poole, tekitades kuivi, maismaa poolt puhuvaid talimussoone. Nii suve- kui talimussoonide liikumissuunda mõjutab Maa pöörlemine kõrvalekallutavalt.

Mussoonidel on suur tähtsus põllumajanduses. Suvemussoonide hilinemine võib kutsuda esile ikalduse ja sellega kaasaskäiva näljahäda. Peale Lõuna- ja Ida-Aasia (meil



Joonis 59. Briisid.

Kaug-Idas Jaapani ja osalt Ohhoota mere rannikul) esinevad mussoonid veel Põhja-Austraalia, Ida-Aafrika ning Guinea ja Mehhiko lahe rannikul, samuti Malai saarestikus.

B r i i s i d e tekitajaks on ööpäevase temperatuurikäiguga seotud õhurõhu muutumine maismaal ja merel. Päeval on maismaa merest soojem ja madalama õhurõhuga, mistõttu tuul päeval puhub merelt maismaale. Kõrgemal valgub aga maapinna kohal ülestõusnud soe õhk merele ja laskub seal. Nii tekib suletud õhuringvool. Päikese loojakuks saavutatakse maapinna jahtumise tõttu tasakaal ja tuul vaibub.

Öösel jahtub maapind merest kiiremini, viimase kohal kujuneb madalrõhuala ning nüüd puhub tuul maalt merele, kuna kõrgemal valgub merepinnalt üleskerkiv õhk maismaa kohale, moodustades jällegi suletud ringi. Hommikul saavutatakse maa soojenemise tõttu mõneks ajaks uuesti tasakaal, et siis jälle meretuulega alustada (joon. 59).

Briisid tungivad 30—40 km kaugusele sisemaale ning ulatuvad vertikaalselt 300—500 m kõrgusele (mussoonid Lõuna-Aasias kuni 3 km). Suuremate temperatuurivahede tõttu on briisid suvel tugevamad.

Oru- ja mäetuuled tekivad mäenõlvade ja orgude ebaühtlasest soojenemisest ööpäeva kestel. Päeval soojenevad mäenõlvad orupõhjast tugevamini; siis puhub tuul orutuulena alt ülespoole. Öösel valguvad mäenõlvade jahtumise tõttu tihenenud õhumassid mäetuulena ülalt orgu. Oru- ja mäetuuled esinevad Kaukasuses, Alpides ja mujal kõrgmägedes, eriti ilmekalt aga Tiibetis ja Kašgaarias. Nad on eriti märgatavad suve poolaastal.

Langetuuled tekivad mägismaal õhurõhu tõttu kahel pool mäeahelikku. Niisugusel juhul tungib õhk kõrgema rõhuga alalt üle aheliku madalama rõhuga piirkonda — jahtudes tõusmisel (100 m kohta 0,5°), andes ära suurema osa endas sisaldavast veeaurust ja soojenedes laskumisel (100 m kohta 1°). Seetõttu on laskuv õhumass kõrge temperatuuriga ja õige väikese relatiivse niiskusega. Niisuguseks langetuuleks on föön. Ta esineb Kaukasuses, Krimmis, Alpides, Kesk-Aasias, Gröönimaal ja ka mujal kõrgmäestikes. Föön on kõige sagedam kevadel. Ta sulatab 24 tunni jooksul samapalju lund kui Päike 2 nädalaga. Niiviisi tekivad kevadel uputused; suvel kolletub fööni mõjul rohi ja langevad lehed puudelt. 1908. a. 10. aprilli hommikul kell 7 tõusis Gagrõs fööni tõttu õhu temperatuur 22,7°-ni, olles eelneval päeval samal ajal vaid 10,3°. Relatiivne niiskus langes 16%-ni.

Külm langetuul (kuni —20°) on Musta mere kirderannikul Novorossiiski piirkonnas talviti puhuv bora, mis tuleb külmadest Põhja-Kaukaasia steppidest ega suuda soojeneda madalalt, 400 m kõrguselt ahelikult laskumisel. Seega toob bora kaasa temperatuuri languse — ta tihendab veeauru laevamastidel, taglasel, telefonitraatidel härmatiseks; tuulega õhku tõusnud mereveepiisad muutuvad nendega kokkupuutu-

vail esemeil jääks. On ette tulnud juhtumeid, et laevad on hukkunud neile kuhjunud jää raskusest.

Bora esineb ka Novaja-Zemljal ja Aadria mere rannikul. Temaga sarnaneb oma iseloomult Prantsuse keskkõrgustikust Provence'i rannikule langev mistral.

Kuiv ja kuum tuul „suhhovei" puhub kevadel ja suvel Ukrainas ja Volgamaal. Ta tekib siis, kui Lääne-Siberis või Kasahhias valitseb kõrgrõhkkond, NSV Liidu Euroopa-osa läänepoolmik aga asub madalrõhu piirkonnas. Õhurõhu vahe tõttu ida poolt puhuv tuul on kõrge temperatuuriga ja väikese niiskusesisaldusega. Ta mõjub hävitavalt taimedele, eriti kevadel.

Tromb (tuulelohe) ja pilvesammas (vesipüks) tekivad soojal aastaajal tsüklooni äärel, kus kohtuvad erinevate suunadega soojad ja külmad õhuvoolud, kutsudes esile õhukeeriseid. Kõuepilvega sarnanevast pilvest laskub allapoole lehtritaoline moodustis, millele merepinnalt kerkib vastu vee-, maismaalt aga tolmu- ja liivasammas, mis hiljem ühinevad pilvest laskuva lehtriga. Tekkinud samba kõrgus võib olla 300—400 m, läbimõõt 25—30 m, liikumiskiirus kuni 30 km tunnis. Niisuguseid maismaal esinevaid tuulepööriseid nimetatakse trombideks, merel esinevaid pilvesammasteks. Oma liikumisteel tõstab tromb majadelt katuseid, kisub puid juurtega maast jne. Hävitavalt mõjub ka pilvesammas. Pilvesambaid esineb meil Musta mere ida-osas.

6. Õhu niiskus.

Õhkkonna alumistes kihtides leidub alati veeauru, mis on sattunud sinna veekogude, niiske maapinna, jää ja lume auramisel, samuti organismide elutegevuse tagajärjel. Õhus sisalduvat veeauruhulka nimetatakse absoluutseks niiskuseks, mida märgitakse kas grammides ühe kuup-

meetri õhu kohta või aururõhumisega — elavhõbedasamba kõrgusega millimeetrites. Iga temperatuuri jaoks on olemas maksimaalne veeauruhulk, mida õhk võib sisaldada.

Maksimaalne veeauru hulk grammides 1 m³ kohta mitmesuguste temperatuuride juures.

Temperatuur	—20°	—10°	0°	10°	20°	30°
Veeaur grammides	1,10	2,38	4,85	9,42	17,32	30,40
Rõhk mm	1,0	2,2	4,6	9,2	17,5	31,9

Antud temperatuuri juures niiskuse ülemmäära saavutanud õhk on küllastunud veeauruga, s. o. jõudnud kastepunktini, ning jahtumisel algab juba auru tihenemine veeks. Tavaliselt sisaldub õhus aga ainult osa küllastumiseks vajalikust veeaurust. Arvu, mis näitab, mitu protsenti sisaldab õhk antud temperatuuri juures maksimaalselt võimalikust veeauruhulgast, nimetatakse relatiivseks (suhteliseks) niiskuseks. Relatiivset niiskust mõõdetakse psühromeetri, hügromeetri ja isekirjutava hügrograafi abil.

Absoluutne niiskus väheneb geograafilise laiuse suurenemisel ja merest kaugenemisel. Ekvaatori piirkonnas on aasta keskmine absoluutne niiskus 25—30 mm ja harukordadel 31—32 mm, polaarmaades (näiteks Jakuudi ANSV-s) langeb ta aga talvel kuni 0,1 mm-ni. Absoluutse niiskuse ööpäevases käigus on 2 miinimumi ja 2 maksimumi. Miinimumid on: päikese tõusu eel, kui madala temperatuuri tõttu veeauru tihenemine on suurim, ja kell 15—16, mil palju niiskust kantakse õhu püstvoolude poolt troposfääri ülemistesse kihtidesse. Maksimumid on kell 8—9, mil kasvavast soojuse juurdevoolust tingitud väike relatiivne niiskus põhjustab kiiret vee auramist, ja kell 20—22, mil niiskust ärajuhtivad õhu püstvoolud juba lakanud on.

Absoluutse niiskuse aastases käigus esineb maksimum suvel ja miinimum talvel, rööbiti õhutemperatuuri käiguga.

Relatiivne niiskus kasvab pooluste suunas, ta ööpäevane ja aastane maksimum ühtib ajaliselt õhutemperatuuri miinimumiga ja miinimum õhutemperatuuri maksimumiga.

Relatiivne õhuniiskus on suurim ekvatoriaalsetel rannikualadel, kus aasta keskmine on kuni 90%, samuti 1,5—2 km kõrgusel mäestikes, kus pilvede tekkimine kõige intensiivsem. Kõige väiksem on aasta keskmine relatiivne niiskus sisemaistes kõrbetes — alla 30%, harukordadel kuni 10%.

7. Pilved.

P i l v e d e t e k k i m i n e. Vaiksetel, selgetel suveöödel on soojusekiirgamine maapinnalt sellel asuvailt esemeilt eriti intensiivne. Seetõttu jahtuvad need tugevasti ja jahutavad ka nendega kokkupuutes oleva õhukese õhukihi. Viimase temperatuur võib langeda alla kastepunkti ja osa temas leiduvast veeaurust tiheneb peenikesteks veetilkadeks, mis laskuvad k a s t e n a jahtunud maapinnale, kividele, rohule, puude lehtedele, plekk-katustele jne. Aastaaegadel, mil kastepunkt langeb alla 0°, tekib tihenenud veeaurust peenikestest jääkristallidest koosnev h ä r m a t i s.

Jahtub soojuse kiirgamisel paksem õhukiht, siis tekib udu, eriti lohkudes, veekogude, soode kohal jne.

Tavaliselt tiheneb peamine osa veeaurust õhus, maapinnast kõrgemal; kõige alumistes õhukihtides tekib udu ja neist ülalpool asuvais — p i l v e d.

Udu ja pilvede tekkimise põhjusteks on: 1) maapinna ja tema kohal lasuva õhu jahtumine soojuse kiirgamisel — nagu juba eespool tähendatud; 2) erinevate temperatuuridega ja suure suhtelise niiskusega õhumasside segunemine, kus soojem õhk annab ära osa oma veeaurust; 3) sooja ja niiske õhumassi valgumine külmale pinnale: lumele, jääle, suvel —

jahtunud veekogule jne.; 4) õhu jahtumisel tema ruumala suurenemise tõttu ülespoole tõusmisel. Suvised õhu püstvoolud, merelt tulevate õhumasside üleskerkimine maismaa kohal, mäenõlvu mööda tõusev õhk — kõigi selliste õhumasside vertikaalsuunas liikumine on seotud jahtumisega ja veeauru tihenemisega.

Mõned udu- ja pilveliigid koosnevad veetilgakeste asemel peenikestest jääkristallidest.

P i l v e d e l i i g i d. Kuigi pilvede kuju võib olla väga mitmesugune, ei ole pilvetüüpide arv siiski suur. Rahvusvahelise liigituse põhjal on neid 10. Pilvetüübid rühmitatakse 3 rindesse, vastavalt nende kõrgusele maapinnast, milledele lisanduvad veel vertikaalsuunas arenevad pilved.

Pilvetüüpidest annab ülevaate alljärgnev tabel.

Pilvede liigitus.

Nimetus	Kõrgus
Kiudpilved (*cirrus* — Ci) Kiudkihtpilved (*cirrostratus* — Cs) Kiudrünkpilved (*cirrocumulus* — Cc)	Ülemine rinne (6000 m — troposfääri ülemise piirini)
Kõrgkihtpilved (*altostratus* — As) Kõrgrünkpilved (*altocumulus* — Ac)	Keskmine rinne (2000—6000 m)
Kihtrünkpilved (*stratocumulus* — Sc) Vihmapilved (*nimbostratus* — Ns) Kihtpilved (*stratus* — St)	Alumine rinne (alla 2000 m)
Rünkpilved (*Cumulus* — Cu) Kõuepilved (*Cumulonimbus* — Cb)	Vertikaalse arenguga

Pilvede põhitüüpidena võib vaadelda alljärgnevaid tüüpe:

1) K i u d p i l v e d — asuvad kõige kõrgemal (8000—11 000 m) ja on õrna, kiulise ehitusega. Kui nad asetuvad taevavõlvil korrapäratult — peetakse neid hea ilma ennus-

tajaiks, on nad aga paigutatud ribadena või teisiti korrapäraselt — siis halva ilma ettekuulutajaiks. Kiudpilved, oma kõrge asendi tõttu (madala temperatuuriga alas), koosnevad jääkristallikestest.

2) Kihtpilved — katavad taevast ühtlase halli udutaolise kihina ja on kõige madalamal asuvad pilved (500—1000 m). Vahel on nad tekkinud ülestõusnud udust. Suvel võib neist sadada uduvihma, talvel peenikest lund.

3) Rünkpilved — arenevad vertikaalsuunas. Nende alus on tasane ja asub umbes 2000 m kõrgusel, tornikujuline latv aga ulatub kuni 6000 m-ni maapinnast. Rünkpilved tekivad soojal aastaajal õhu püstvoolude mõjul. Nad on omased troopilistele aladele — parasvööndis esinevad vaid suvepoolaastal; ilmuvad päikesepaistelistel hommikuil, jõuavad oma haripunkti veidi pärast keskpäeva ja kaovad õhtul õhu püstvoolude lõppemisel.

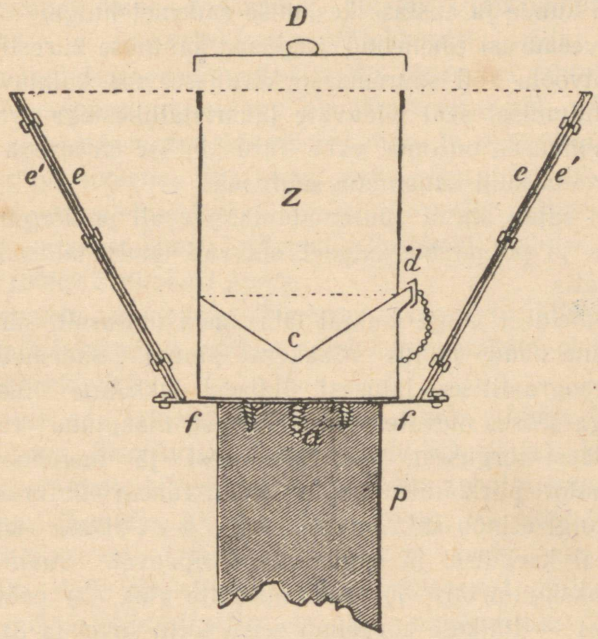
4) Vihmapilved esinevad ühtlase tumehalli, vormitu massina 0,2—2,0 km kõrgusel. Neist sajab püsiva iseloomuga vihma või lund.

Suurim on pilvitus intensiivse auramise tõttu ekvaatori kohal, kõige väiksem — kõrbetes ja laskuvate õhuvooludega alades. Suur on pilvitus ka 40°—70° laiuskraadide vahel, eriti ookeanide kohal ja rannikuil.

NSV Liidu Euroopa-osas on pilvituse maksimum talve- ja miinimum suve-poolaastal. Talvisel kõrgrõhualal Siberis, eriti selle idaosas, on pilvitus väikseim talvel ja suurim suvel, mil seal valitseb madalrõhkkond. Lähispolaarsetel veekogudel on suvi pilverikkaim, kuna siis valguvad sinna lõuna poolt soojad ja niisked õhumassid ning toimub intensiivne veeauru tihenemine.

8. Sademed.

Sademed tekivad õhus oleva veeauru tihenemisel — vihma, lume, rahe, teralume, jäävihma, kaste või härmatisena. Sademete hulka mõõdetakse sademetemõõtjaga — arvutades mahalangenud veekihi kõrgust millimeetrites. Sademetemõõtja (joon. 60) on silindrikujuline kahe põhjaga tsinkple-



Joonis 60. Sademetemõõtja läbilõik.

Z — ümmargune kahe põhjaga tsinkämber, mille avause pindala on 500 cm²; *C* — ülemine lehtrikujuline põhi, kust sademete vesi väikese augukese kaudu valgub alumisele põhjale; *d* — tila vee väljavalamiseks vaatluse puhul; *p* — post, mille otsa on sademetemõõtja nii asetatud, et ämbri ülemine äär oleks maapinnast 2 m kõrgusel; *e' f e'* — tuulevari ämbri ümber, et tuul lund sademetemõõtjast välja ei puhuks; *D* — kaas, millega kaetakse ämber, kui ta tuuakse pärast lume- või rahesadu tuppa sulama.

kist anum, mille ülemine lehtritaoline põhi laseb avause kaudu vihma läbi ja takistab vee auramist. Tuule eest on sademetemõõtja kaitstud teda ümbritseva koonuselise varjuga. Sademetemõõtjasse kogunenud vihma või lume, rahe ja teralume sulavett mõõdetakse erilise mõõteklaasiga. Saadud andmete alusel leitakse antud koha üksikute kuude ja aastane sademetehulk, kuna aastakümneid kestnud vaatluste tulemused annavad kuude ja aastase keskmise sademetehulga.

Kui veeaurust tihenenud veepiisad kantakse kiiresti tõusva õhu püstvoolu abil suuremasse kõrgusse, siis külmuvad nad kokkupuutumisel seal leiduvate jääkristallikestega raheteradeks. Viimased on oma tekke tõttu kihilise ehitusega ja võivad kasvada kuni kanamuna suuruseks.

Lund sajab ainult suuremate laiuste all ja kõrgmägedes. Kõrbetes ja polaarsetel aladel omavad suurt tähtsust kaste ja härmatis.

Sademeid ei lange kõikjal läbi aasta ühtlaselt, samuti on ebaühtlane nende jaotus Maakera pinnal. Sademete hulk sõltub geograafilisest laiusest, üldisest õhkkonna liikumisest ja sellega seoses olevatest protsessidest, maapinna reljeefist, absoluutsest kõrgusest, merelähedusest ja merehoovustest.

Ekvaatori piirkonnas sajab enam-vähem ühtlaselt läbi aasta, kuigi esineb kaks maksimumi — Päikese kõrgeima seisu ajal kevadisel ja sügisesel pööripäeval. Suvine sademete maksimum on: 1) mussoontuulte alal, 2) pöörijoonte läheduses — Päikese kõrgeima seisu tõttu suvel ja 3) parasvööndi kontinentaalse kliimaga osades — seoses kohapealse suure auramisega ja veeauru tihenemisega õhu püstvooludes suvekuudel.

Sademete talvine maksimum esineb: 1) ookeanidel, 2) parasvööndi merelise kliimaga rannikumail, kus mere poolt tulevad soojad ja rohkesti niiskust sisaldavad õhumassid annavad enestest ära talve-poolaastal külmema maismaa kohal osa veeaurust sademete näol, ja 3) vahemere kliimaga

lähistroopilistel aladel, mis Päikese liikumisest tingitud kõrgrõhualade nihkumisel talvel ekvaatori poole satuvad sademeid toovate läänetuulte ja madalrõhkkondade mõjupiirkonda.

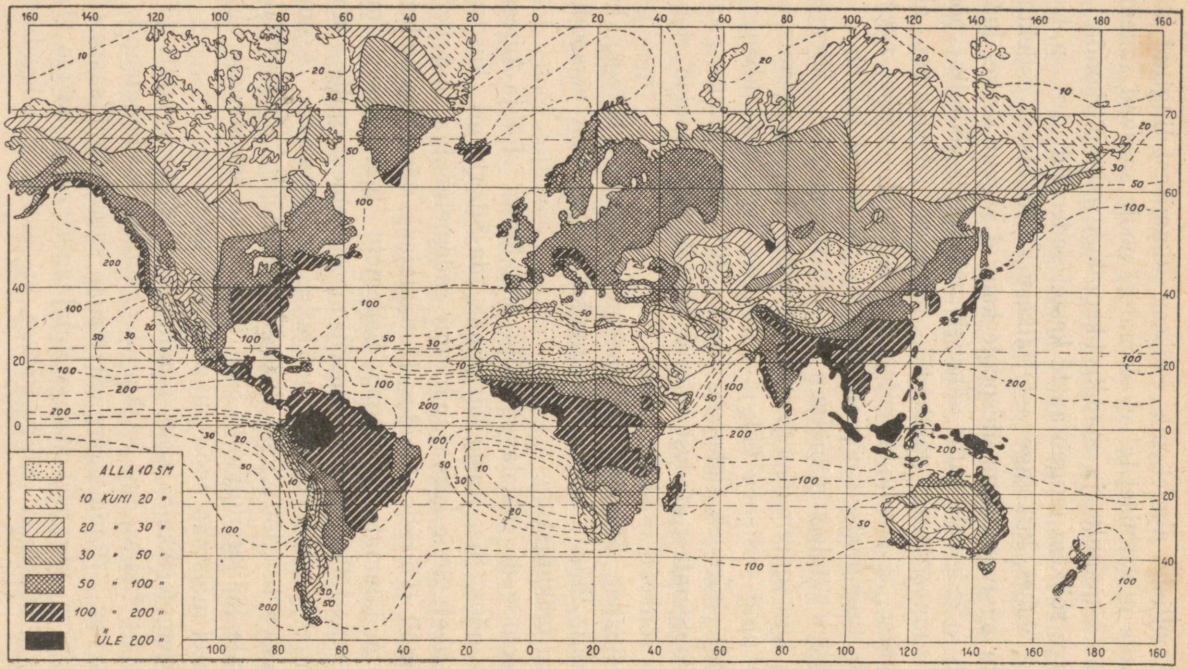
Kõige rohkem langeb aasta kestel sademeid 10° p.-l. ja 10° l.-l. vahel, kus tugevast Päikese kiiritamisest esilekutsutud õhu püstvooludega ülespoole kantud veeaur suurel hulgal tiheneb. Sademete hulk väheneb passaatide-vööndis pöörijoonte suunas, kuna passaadid, puhudes jahedamast alast soojemasse, ei soodusta sademete tekkimist, välja arvatud mägede tuulepealsed nõlvad, kus õhk tõusmisel jahtub.

Sademetehulga miinimum on lähistroopilistel kõrgrõhualadel, kus suurematest kõrgustest maa- ja merepinnale allalaskuv ning soojenev õhk ei võimalda veeauru tihenemist. Uuesti suureneb sademete hulk 40°—60° laiuse vahel, kuhu soojematest aladest tulevad läänekaarte tuuled toovad endiga rohkesti niiskust kaasa.

Poolustele lähenedes vähenevad sademed jällegi, kuna suuremate laiuste all valitsev madal temperatuur ei soodusta veeauru tekkimist.

Ääremägede takistavat mõju on tunda Põhja-Ameerika Suures nõos, Sise-Aasia kõrgmaal, Ida-Siberis jm., kus sademeid vähe. Selle kõrval märkame sademetehulga suurenemist mägismail (Uuralis, Alpides, Himaalajas), võrreldes ümbritsevate madalamate aladega. Sademete juurdekasv ilmneb siin 2500—4500 meetri kõrguseni meretasemest, millest kõrgemal algab järjekindel sademetehulga vähenemine. Külmade merehoovuste tõttu on vähe sademeid lõuna-poolkera mandrite läänerannikuil. Seal lisanduvad takistavate teguritena veel maismaa poolt puhuvad passaattuuled.

Sademeterikkaim koht maailmas on Cherrapundji (Tšerrapundži) Indias, kus keskmine aastane sademetehulk on 12 665 mm. Temale järgneb Kanai saar Havai saarestikus, kus 1738 m kõrgusel asuvas ilmajaamas sajab aastas keskmiselt 12 090 mm. Kõige vähem on seni olemasolevate and-



Joonis 61. Sademete kaart.

mete põhjal sademeid Copiapos Atacama kõrbes (Tšiilis), kus keskmine sademetehulk on ainult 8 mm aastas (joon. 61).

Kõige rohkem sademeid ühe päeva jooksul on Cherrapundjis, kus 17. juulil 1876 sadas 1036 mm kõrgune veekiht.

Põhimine osa NSV Liidu sademeist tuuakse läänest Atlandi ookeanilt. Seepärast väheneb meil sademetehulk üldiselt ida ja kagu suunas. Kõige rohkem sajab Batumi ümbruses — 2500 mm aastas. Sademetevaeseim on Kesk-Aasia kõrbeline ala, kus aasta keskmine sademetehulk kohati ei tõuse üle 80 mm.

Sademed on tähtsad taimkatte olemasoluks, sademetest sõltub kogu Maakera vee-režiim, sademetest tekkinud vooluveed teisendavad maapinnaehitust ja on energiaallikaks tööstusele, ning sademetega on tihedalt seotud põllumajandus.

9. Ilmade ennustamine; madal- ja kõrgrõhkkonnad.

Ilmastikul on suur tähtsus põllumajanduses, laevanduses ja lennunduses. Neil aladel töötajail on vajalik teada ilmade seisu järgmistel päevadel, et olla kindlustatud halbade üllatuste vastu. Riigiasutiste ja ettevõtete ning kodanike teenindamise huvides, samuti teadusliku eesmärgiga tegutsevad ilmade ennustamisega erilised asutised — meteoroloogia observatooriumid. NSV Liidu meteroloogia-peaobservatoorium asub Leningradis ja kannab Geofüüsilise Peaobservatooriumi nimetust, kuna Ilmade Keskinstituut asub Moskvas.

Meie liiduvabariigis tegeleb ilmade ennustamisega Tallinnas asuv Eesti NSV Hüdrometeoroloogia Valitsuse Prognooside Büroo.

Ilmajaamade võrk levib üle maa. Nende ülesandeks on meteoroloogiliste vaatluste korraldamine ja saadud andmete edasisaatmine meteoroloogia-observatooriumile.

NSV Liidus jagunevad ilmajaamad kolme järku. *Esimene järk* (observatooriumid) omavad kõige rikkalikuma aparatuuri; nad ei korralda mitte üksnes vaatlusi, vaid toimetavad ka nende tulemuste teaduslikku läbitöötamist. *Teise järgu jaamad* jälgivad põhimisi atmosfäärilisi nähtusi eriaparaatide abil. *Kolmanda järgu jaamad* korraldavad lihtsaid vaatlusi temperatuuri käigu, sademete, lumekatte, veekogude külmumise ja jääkattest vabanemise kohta keeruliste riistade abita.

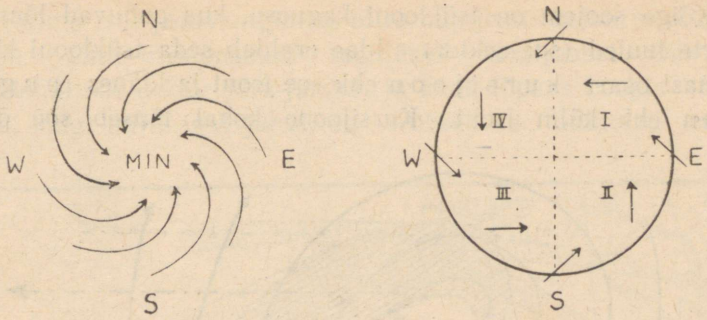
Suured on NSV Liidu polaar-ilmajaamade saavutused Arktikas toimuvate meteoroloogiliste nähtuste ja jää liikumise uurimisel. Nende jaamade võrk on tihedaim maailmas ja ulatub kõige kaugemale põhja poole. Toimuvate vaatluste andmed on vajalikud laevasõidule Põhja mereteel ja ilmade ennustamiseks Arktikast lõuna poole asuvates alades.

Rahvusvahelise kokkuleppe alusel annavad riigid kindlal kellaajal raadio teel edasi teateid ilmade seisust oma maaalal. Sel viisil ja kodumaiste vaatluste abil saadud andmete järgi koostatakse meteoroloogia-observatooriumides 3—4 korda päevas *sünoptilised* ehk *ilmakaardid*, kuhu erimärkide abil kantakse kõikide kliimaelementide seis: õhu temperatuur, õhurõhk isobaaridena millibaarides, tuule suund ja tegevus, pilvitus ning sademed nende eriliikide järgi. Ilmakaardid ongi tähtsamaks aluseks ilmade ennustamisel (joon. 68, 69).

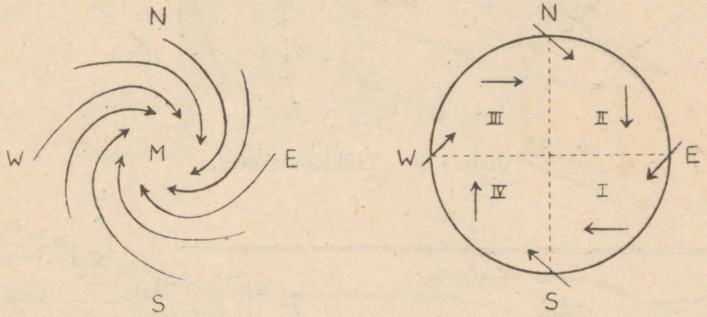
Parasvööndis omavad ilmade kujunemisel suurt tähtsust madal- ja kõrgrõhkkonnad ehk tsükloonid ja antitsükloonid.

Tsükloonid tekivad pooluste poolt tulevate külmade ja läänetuultest kaasatoodud soojemate õhumasside kokkupuute alal, seal, kus soe õhk sopina tungib külma õhu piirkonda. Tuntuimaks tsükloonide tekkimise kohaks on Atlandi ookeani põhjaosa (Islandi madalrõhkkond).

Tsüklooni keskkohal valitseb madalrõhuala, kust õhk tõuseb ülespoole. Kõrgema rõhuga äärealadelt valguvad sinna



Joonis 62. Tsüklooni ja tsüklonaalsete tuulte suuna skeemid põhja-poolkeral.

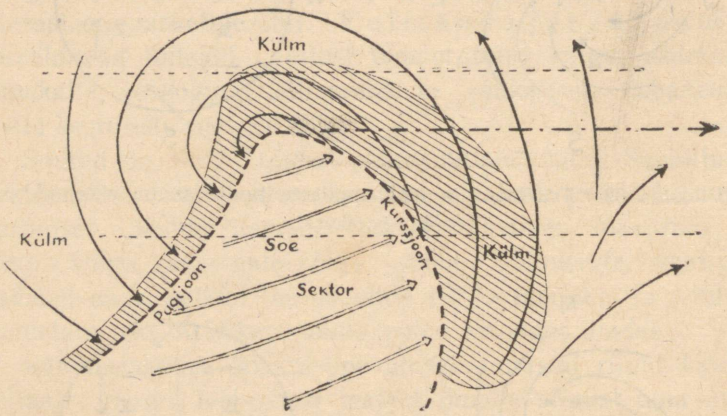


Joonis 63. Tsüklooni ja tsüklonaalsete tuulte suuna skeemid lõuna-poolkeral.

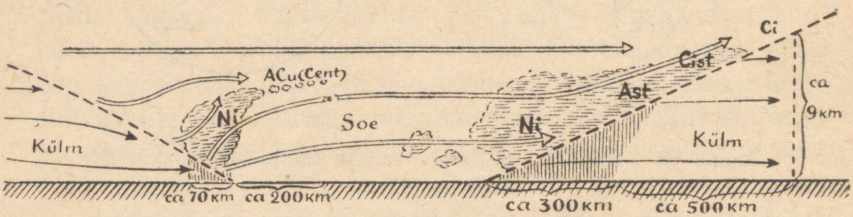
asemele uued õhumassid, mis Maakera pöörlemise tõttu kalduvad oma algsihist kõrvale — põhja-poolkeral paremale ja lõuna-poolkeral vasakule (joon. 62, 63). Nii kujutavad tsüklоonid endist suure ulatusega vertikaaltelje ümber liikuvaid õhukeeriseid, mis põhja-poolkeral on suunatud vastu kella osuti liikumist ja lõuna-poolkeral kella osuti liikumissihis.

Tsüklooni ulatus võib olla lääne-ida suunas 2500—3000 km ja põhja-lõuna suunas 2000—2500 km.

Kõige soojem on tsüklooni kaguosa, kus puhuvad lõunakaarte tuuled (soe sektor). Idas eraldab seda tsüklooni külmemast osast k u r s i j o o n ehk soe front ja läänes p u g i j o o n ehk külm front. Kursijoone kohal tõuseb soe õhk



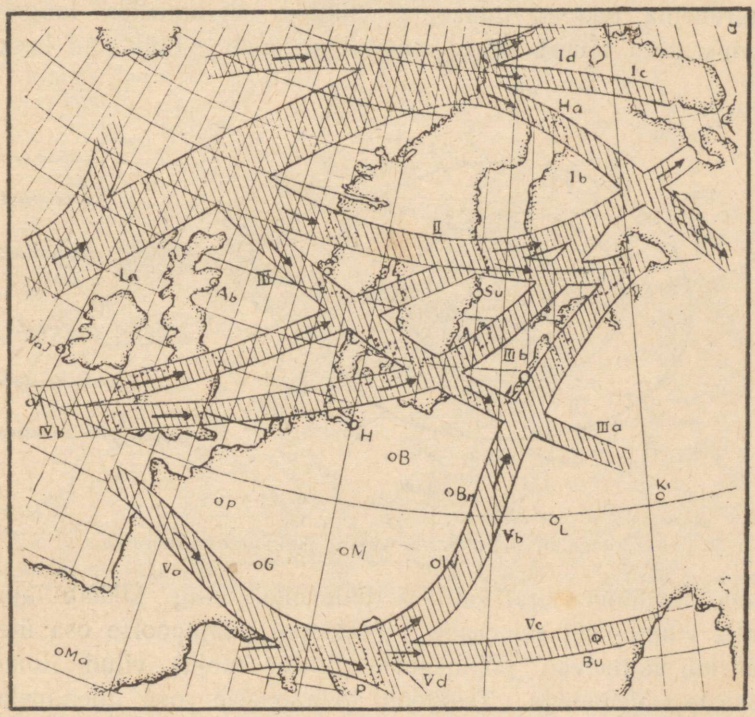
Joonis 64. Tsüklooniskeem.



Joonis 65. Tsüklooni läbilõige kulgemissuunas.

tsüklooni keskosast väikese nurga all ülespoole, tõrjudes sealt kõrvale külma õhu. Tõusmisel tihenenud veeaur koondub vihmapilvedeks, mis tekitavad piki kursijoont 300—400 km laiuse lauspilvede riba. Pugijoonte kohal kiilub külm õhk sooja õhu alla, mis tõuseb kiiresti ülespoole. Ka siin tekivad pilved, milledest sajab hoovihma (joon. 64, 65).

Külma õhu pealetungimise tõttu pugijoone kohal ja pideva sooja õhu ülestõusmise tagajärjel kursijoonel väheneb tsüklooni soe sektor järk-järgult ja kaob lõpuks hoopis. Sellega, kuigi mitte igal juhul, on seotud ka tsüklooni enda



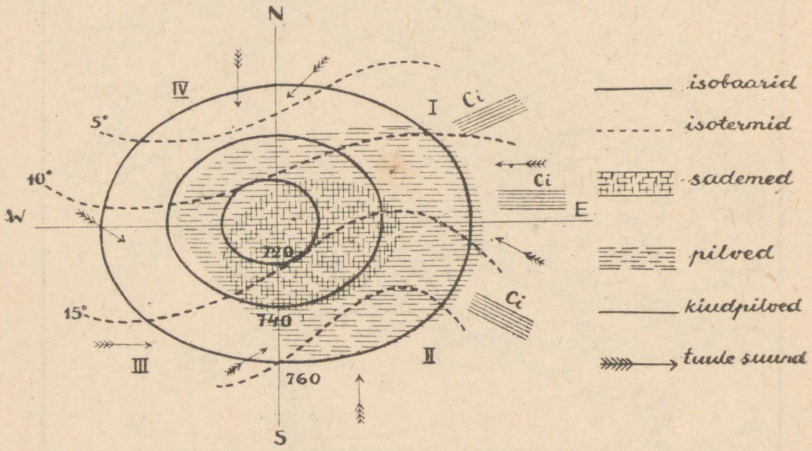
Joonis 66. Tsükloonide liikumisteed Euroopas.

kadumine. Tsüklooni eluea kestus on ümmarguselt kuni 7 päeva.

Tsükloonid kulgevad üldiselt läänest itta teid mööda, mis on muutlikud — sõltuvalt aastaaegadest (joon. 66). Tsükloonide edasiliikumine on ebakindel — nad võivad kohati pea-

tuda mõni aeg, minna isegi tagasi või kalduda kõrvale üldisest suunast.

Tsükloonide liikumiskiirus on 30—40 km tunnis. Paar päeva enne tsüklooni ilmumist võib tähele panna pikka, üle taevavõlvi ulatuvat kiudpilvede riba. Edasi hakkab pilvitus suurenema, tekivad idakaarte tuuled, baromeeter langeb, temperatuur tõuseb veidi, ning algab sadu. Tsüklooni kesk-

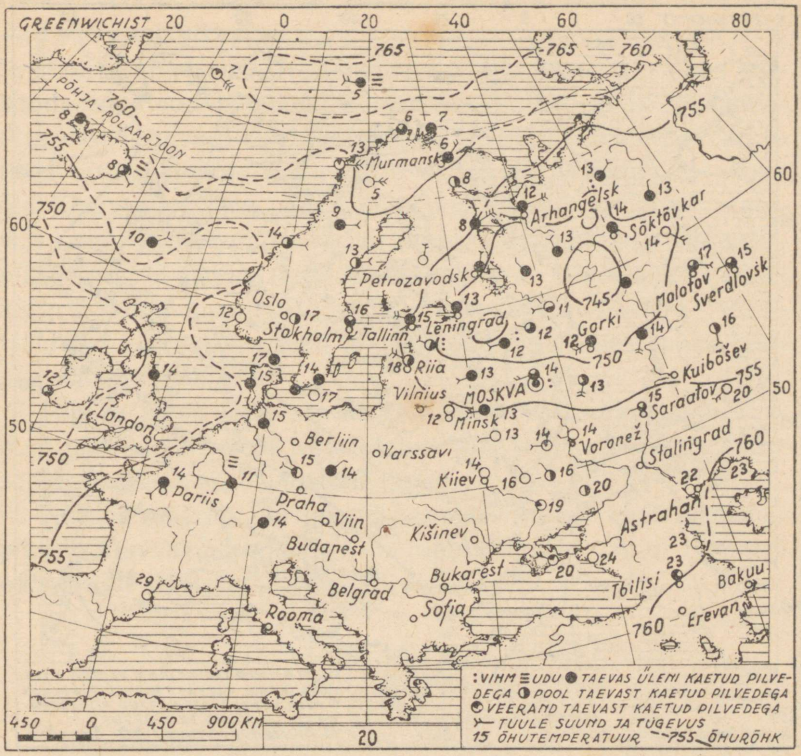


Joonis 67. Ilmastiku skeem tsüklooni piirkonnas.

koha möödumise ajal valitseb tuulevaikus ning lakkab ajutiselt vihma- või lumesadu. Tsüklooni põhjapoolse osa ülemineku valitsevad põhjakaarte tuulte mõjul vilud ilmad väheste sademetega. Tsüklooni lõunapoolse osa ülemineku ajal on algul soojad ilmad rohkete sademetega, millele hiljem järgnevad läänekaarte tuulte mõjul temperatuuri madaldumine ja kuivus.

Tsükloonid toovad alati endaga kaasa pilvitust ja sademeid. Nad vähendavad suvepäevade temperatuuri, kuid tõstavad kaitsva pilvekatte mõjul talvepäevade ja ööde oma (joon. 67).

Parasvööndi tsükloonidest erinevad troopilistes ja lähistroopilistes alades esinevad tsükloonid ehk o r k a a n i d.



Joonis 68. Ilmakaart.

Viimased tekivad teatud paikades kindlatel aastaaegadel — ekvatoriaalse vaikusvööndi äärealadel suve lõpul ja sügise algul ning mussoonide piirkonnas tuulte vahetuse perioodil. Kõige sagedamad on orkaanid 6—10° põhja- ja lõunalaiuse vahel.

Orkaanide tekkimise põhjuseks on ühelt poolkeralt üle ekvaatori tunginud kõrge temperatuuriga õhumasside kokkupuutumine teise poolkera jahedamate õhumassidega, või mõne



Joonis 69. Ilmakaart.

piiratud maa-ala alumiste õhukihtide tugev kuumenemine, võrreldes ümbritsevate aladega.

Orkaanide läbimõõt on märksa väiksem parasvööndi tsüklooni omast (250—500 km), liikumiskiirus aga tunduvalt suurem (ulatub 40—60 km/sek, harukordadel koguni kuni 100 m). Viimase asjaolu tõttu moodustavad nad oma teekonnal väga ägeda raju. Põhja-Ameerikas ja Lääne-India saarestikus nimetatakse selliseid tsükloone h u r r i k a a n i -

deks, Hiina, Jaapani ja teistel Ida-Aasia meredel esinevaid — taifuunideks.

Antitsükloonid tekivad polaarfrondil, soojema õhu piirkonda soppinud külmade õhumasside ümber ja kõrgrõhualades, kust liiguvad edasi kaugemale. NSV Liitu tulevad arktilised antitsükloonid Kara mere kaudu ja Gröönimaa omad üle Koola poolsaare. Maa lõunapoolsetesse osadesse ulatuvad oma teekonnal Assooride ümbruses tekkinud lähistroopilise kõrgrõhkkonna antitsükloonid, kuna talvel laiub Siberi kõrgrõhkkond kuni NSV Liidu läänepoolsete osadeni. Antitsüklooni eluiga on pikem ja tema püsimine ühes kohas kestvam kui tsükloonil.

Pilvitu taeva tõttu on antitsüklooni piirkonnas suvel kuumad päevad ja jahedad ööd, talvel aga valitsevad Maa suure soojusekaotuse tõttu pakased ilmad.

Käesoleval ajal uuritakse võimalusi ilmade ennustamiseks pikema ajavahemiku kohta — mitmeks kuuks. Suuri tulemusi on sel alal saavutatud NSV Liidus.

10. Kliima.

Enne kliimatüüpidega tutvunemist selgitame mõningaid meile vajalikke mõisteid.

Õhkkonna elementide seis lühema aja kestel on — ilm, näiteks: külm, tuuline, sajune, päikesepaisteline jne.

Ilmade keskmine seis veidi pikema aja kestel on ilmastik, näiteks: möödunud nädala, aprillikuu, tänavuse suve ilmastik.

Mõnekümneaastase vaatluse andmeil arvutatud ilmastiku keskmine seis on antud maakoha kliima ehk ilmastu. Kuid puhtmatemaatiliste keskmiste kõrval on mingi maa-ala kliima käsitlemisel olulise tähtsusega tõsta esile selle omapäraseid jooni.

1. Kliimatüübid. Kogu Maakeral eraldame järg-

misi tähtsamaid kliimatüüpe, mida iseloomustavad mõningad ainult neile omased tunnused.

a) Merelist kliimat iseloomustavad väike ööpäevane ja aastane temperatuuri amplituud (parasvööndis jahedavõitu kevad ja suvi ning pehme sügis ja talv), temperatuuri maksimumi ja miinimumi tunduv hilinemine Päikese kõrgeimast ja madalaimast seisust, suur õhuniiskus, sagedane pilvitus ja rohked sademed, mis jaotatud enam-vähem ühtlaselt terve aasta kohta.

b) Mandrilise ehk kontinentaalse kliima tunnusteks on suur temperatuuri ööpäevane ja aastane amplituud (parasvööndis pakane talv, palav suvi ning lühike kevad ja sügis), väike õhuniiskus, vähene pilvitus, sademetekehvus ning sademete ebaühtlane jagunemine aasta jooksul.

c) Mandrilisele kliimale on lähedane kõrbe kliima oma äärmustega. Siin on ööpäevane ja aastane temperatuuri amplituud suurim, õhuniiskus, pilvitus ja sademetehulk väikseim, sademete sagedus korrapäratu. Kõrbe kliima on eriti teravalt vajutanud oma pitseri kogu maastikupildile.

d) Mussoonkliimat iseloomustab merelt puhuvate tuultega, suure õhuniiskuse ja pilvitusega sademeterikas suvi ning jahedate, maalt tulevate tuultega kuiv ja sademetekehv talv. (Tseiloni ja Indo-Hiina idarannikule ja Koromandeli rannikule toovad ka talvemussoonid sademeid, kuna nad tulevad mere poolt.) Mussoonide vahetusel külastavad rannikuid tugevad ja laastavad keerdtormid. Ekvaatorist eemal on mussoonkliima-alades ööpäevane ja aastane temperatuuri amplituud suur (näiteks Põhja-Hiinas, Kaug-Idas).

e) Kõrgmägede kliima omapäraks on hõrendatud õhk ning väike veeauru ja tolmu sisaldus selles, mis võimaldab intensiivset Päikese kiiritamist, kuid teisest küljest põhjustab ka suure ööpäevase temperatuuri amplituudi. Aastane temperatuuri amplituud on võrdlemisi väike, kuna suvel õhusoojus kõrgele ei tõuse. Talviti võib kõrgmägedes tähele panna nn.

temperatuuri inversiooni, mis tähendab, et allpool-asuvaile külmemaile õhukihtidele on kuhjunud soojem õhk, nii et ülalpool nõlvadel ja tippudel on temperatuur kõrgem kui jalamil ja nõlvade allosas. Suure absoluutse kõrgusega, suletud kiltmaad erinevad kõrgmäestikust oma kliima kontinentaalsusega.

Kirjeldatud kliimatüüpide kõrval esineb sageli teine tüüpiderühm, kus liigitamise aluseks on võetud sademete ning vee auramise vahekord.

a) Niiske ehk humiidse kliimaga alas on sademeid rohkem kui auramiseks vaja. Üleliigne vesi koguneb seisu- ja vooluveekogudesse ning valgub sealt merre. Murenemises on tähtis osa porsumisel. Humiidne kliima on suuremal osal Maakerast.

b) Kuivas ehk ariidses kliimas ületab aurumine sadamete hulga. Seetõttu puuduvad siin alalised seisu- ja vooluvee vormid. Murenemine toimub peamiselt rabenemise teel, eeskätt temperatuuri muutuste mõjul. Ariidse kliima alades levivad kõrbed.

c) Lume- ehk nivaalse kliimaga alades langevad sademed peamiselt lumena. Kuna aurumine madala temperatuuri tõttu on väike, siis kuhjub sademete ülejääk igilume- ja jääväljadeks, kust lähtuvad jääliustikud. Murenemine sünnib rabenemise teel, peateguriks on järsud temperatuurimuutused ja kivimite lõhedes külmuv vesi. Nivaalne kliima esineb polaarsetes alades ja kõrgmägedes.

2. K l i i m a v a l d k o n n a d j a v ö ö n d i d. Kliimatüübid koondatakse kliimavaldkondadeks, viimased omakorda ühendatakse kliimavöönditeks.

Vanima liigituse järgi, mille aluseks on päikesekiirte langemisnurgad, jaguneb Maakera 5 kliimavööndiks: troopiline ehk palavvöönd (23,50 p.-l. ja 23,5° l.-l. vahel), põhja- ja lõuna-parasvöönd (pöörijoone ja polaarjoone vahel) ning põhja- ja lõuna-polaarvöönd (seespool polaarjoont).

Praegu võetakse kliimavööndite (ja valdkondade) liigi-

tamisel arvesse ka teisi meteoroloogilisi elemente (sademeid, tuult) ning geograafilisi iseärasusi (näit. pinnaehitust jne.).

Lähtudes eespooltoodust, eraldame järgmisi kliimavööndeid ja -valdkondi:

a) Palav- ehk troopiline kliimavöönd asub kahel pool ekvaatorit. Teda piiravad põhjast ja lõunast 20° aastaisotermid, mis on palmide levimispiiriks. Ööpäevane ja aastane temperatuuri amplituud ning sademetehulk ja sadude sagedus on troopilises kliimavööndis mitmesugune, vastavalt kliimavaldkondadele.

Ekvaatori ümbruses asuvas troopilise vihmakliima valdkonnas on temperatuuri kõikumine väike ja sademeid ei lange kusagil alla 1000 mm aastas. Suurimad vihmad järgnevad Päikese kõrgemale seisule senitaalvihmade kujul. Üldiselt on aga sademeid rohkesti läbi aasta. Troopilise vihmakliima valdkonnas levivad peamiselt troopilised vihmametsad.

Savannide kliima valdkonnas on kaugema asendi tõttu ekvaatorist aastane temperatuuri kõikumine juba tunduvalt märgatavam — kuni 12°. Sademed langevad peamiselt suve poolaastal, mil päike asub seniidis või selle lähedal, ning seetõttu vee auramine suur. Need vihmad kannavad senitaalvihmade nimetust. Talve-poolaasta on kuiv. Kõrgeim temperatuur esineb varasuvel, enne vihmaperioodi algust. Peamiseks taimkatteks on savannid. Savannide kliima valdkond levib Kesk- ja Lõuna-Ameerikas, Kesk-Aafrikas, Indias, Austraalias jm.

Troopilise mussoonkliima valdkonna iseloomulikeks tunnusteks on mere poolt puhuvate mussoonide poolt kaasatoodud rikkalikud sademed suve-poolaastal ja maismaalt tulevatest talimussoonidest tingitud kuiv talve-poolaasta. Temperatuuri kõikumine selles valdkonnas ei ole suur ekvaatorile lähedase asendi tõttu. Taimkattes esinevad troopilised vihmametsad ja mussoonmetsad. Sellesse vald-

konda kuuluvad Lõuna-Aasia ja Austraalia mõningad rannikualad.

b) Kuiva kliima vööndid asuvad lähistroopiliste kõrgrõhkkondade piirkonnas kahel pool ekvaatorit. Ülalt laskuv ja soojenev õhk ei võimalda veeauru tihenemist, seetõttu on siin pilvitus ja sademetehulk väike; samuti puuduvad kindlad vihmaperioodid. Päeval kuumendub maapind ja tema kohal asuv õhk tugevasti, kuid öösel võib temperatuur langeda alla 0°. Suur on ka aastane temperatuuri kõikumine. Eriti kuivad on sellesse vööndisse kuuluvad mandrite lääneranniku, kuhu puhuvad tuuled sisemaalt ning kus rannast mööduvad külmad merehoovused. Nende kliimavööndite taimkatte moodustavad kõrbed, rohtlad ja okaspõõsastega kaetud alad. Kuiva kliima vööndeisse jäävad Põhja- ja Edela-Aafrika, Edela- ja Kesk-Aasia, enamik Austraalia mandrist jne.

c) Paraskliimavööndid asetsevad kahel pool troopilist kliimavööndit. Nende välispiirideks on kõige soojema kuu 10° isotermid, mis ühtivad metsa levimise piiriga pooluste suunas.

Paraskliimavööndid jäävad läänetuulte alasse, kuid ühtlasi avaldavad neile siin oma mõju tsükloonid ja antitsükloonid. Ainult ekvaatoripoolsed ääreosad ulatuvad paiguti lähistroopiliste kõrgrõhkkondade ja mussoontuulte piirkonda.

Üldiselt esineb paraskliimavööndeis neli aastaaega. Aastaaegade kestus, temperatuuri käik, sademete hulk ja teiste kliimaelementide seis oleneb eeskätt geograafilisest asukohast ning maismaa ja vee jaotusest. Nende tegurite alusel võime paraskliimavööndeid jagada mitmeks valdkonnaks.

Esimesena tuleb märkida lähistroopilise kliima valdkondade rühma. Ta ei moodusta ühtekuuluvat tervikut, vaid asub laikudena mandrite rannikualades, lähistroopiliste kõrgrõhkkondade ja mussoontuulte piirkonnas.

Siin esineb: a) peamiselt talviste ja b) peamiselt suviste vihmadega valdkondi.

Peamiselt talviste vihmadega ehk vahemere kliima valdkonnad asuvad seal, kus suvel valitsevat lähistroopilist kõrgrõhkkonda asendab talvel läänetuulte ja tsükloonide tegevus. Suved on siin kuumad ja põuased, selge taevaga, talved — soojad ja vihmased. Taimkattes levivad nahkjaslehised igihaljad metsad ja põõsastud. Neisse kuuluvad: Vahemere rannik, Taga-Kaukaasia — Kolhida (mis omab siiski suurema sademetehulga talvepoolaastal) ja Lenkorani rannikuga, Kapimaa, Kalifornia, Kesk-Tšiili ja Edela-Austraalia.

Peamiselt suviste sademetega lähistroopilise kliima valdkondadele toovad sademeid mussoonid või mussoonidega sarnanevad tuuled. Neis alades on taimkatteks lähistroopilised igihaljad vihmametsad. Sellesse lähistroopilisse kliimavaldkonda kuuluvad Kagu-Hiina, Lõuna-Jaapan, Kagu-Austraalia ja Mehhiko lahe põhjarannik.

Suurima osa paraskliimavööndist võtavad endi alla m e r e l i s e j a m a n d r i l i s e k l i i m a v a l d k o n n a d, mis erinevad teineteisest temperatuuri kõikumise, õhuniiskuse, sademetehulga ja sadude sageduse suhtes. Merelise kliima valdkonda jäävad Lääne- ja Loode-Euroopa. Tüüpiliseks mandrilise kliima valdkonna osaks on Ida-Siber oma suure ööpäevase ja eriti aastase temperatuuri amplituudiga.

d) K ü l m a - e h k p o l a a r k l i i m a v ö ö n d i d ümbritsevad pooluseid. Lõuna-poolkeral kuulub siia peamiselt meri ühes Antarktika mandriga, põhja-poolkeral aga osa Euraasia ja Põhja-Ameerika mandreist.

Polaarkliimavööndid jagatakse kahte valdkonda.

a) lähispolaarkliima ehk tundrakliima valdkond, kus kevadet ja sügist pole märgata, sademeid (lumena) vähe, ja

b) igikülma kliima valdkond, kus suvi ühtib polaarpäevaga,

talv polaaröödga. Nendevaheliseks piiriks on kõige soojema kuu 0° isoterm, mis põhja-poolkeral kulgeb 85° põhjalaiusest põhja pool ja lõuna-poolkeral 65° lõunalaiusest lõuna pool — mõlemal juhul meretasemel.

Lähispolaarkliima valdkonnas on suved lühikesed ja jahedad, sagedaste udude ja tugevate tuultega, talved pikad ja pakased, suurte lumetormidega. Omapäraseks nähtuseks on siin polaarpäevad ja polaaröödd. Taimkattes esinevad tundrad.

Igikülma kliima valdkonnas ei tõuse ühegi kuu keskmine temperatuur üle 0°. Maismaast kuuluvad siia Antarktika ja Gröönimaa siseosad.

11. Kliima ja inimene.

Kliimal on suur mõju inimese majanduslikule tegevusele. Põllunduses määrab ta kindlaks üksikute kultuuride levimispiirid. Teame, et teraviljadest kõige kaugemale põhja tungivad rukis ja oder kui külmakindlaimad, kuna näiteks riis jääb eeskätt niiskete ja kuumade troopiliste ja lähistroopiliste alade taimeks. Kus sademetehulk langeb alla 300 mm aastas, seal on vajalik kunstlik niisutus, ülirohkete sademete puhul aga, mis soodustab soostumise protsessi — kuivendamine.

Kliima mõjustab maismaa-, vee- ja õhutransporti, soodustades neid või luues takistusi (tuuled, lumetormid, õhuaugud, udu, pilvitus, veekogude kinnikülmumine ja jääst vabanemine jne.).

Kliimast oleneb kütteainete vajadus, elamute ehitusviis, teatud määral inimeste riietus, ning kliimaga on seotud ka terve rida mitmesuguseid inimeste ja loomade haigusi (tuberkuloos, malaaria, kollane palavik).

Inimene on hakanud juba varakult kasutama atmosfäärilisi nähtusi, rakendades neid enda teenistusse. Tuule ehk „sinise

söe" energia abil töötavad tuuleveskid ja tuulemootorid ning liiguvad purjelaevad. Enne Suurt Isamaasõda ehitati Sevastoopoli lähedale tuule abil töötav katseelektrijõujaam. Uuritakse võimalusi õhu ja vee temperatuuride vahe ärakasutamist odava energia saamiseks meie polaaralades.

Samuti toimuvad lõunapoolsetes kuivades, väikese pilvitusega päikeseküllastes alades (Saharas, NSV Liidus Kesk-Aasias) katsed „kollase söe" — päikese energia töösserakendamiseks elektrijõujaamades.

Õhk on tehtud lämmastikuallikaks keemiatööstusele; õhulämmastikku kasutatakse mineraalväetiste valmistamiseks.

Liigse kuivuse vastu võitlemisel on NSV Liidus loodud ulatuslikud kunstliku niisutuse võrgud (näiteks Kesk-Aasia vabariikides), teostatakse sügiskündi kevadiste sulavete kinnipidamiseks jne. Meil on projekteeritud hiigelpaisude ehitamine Volgale, mis võimaldaks elektrienergia tootmist ja laialdaste sademetevaeste volgataguste alade kunstlikku niisutamist. Maa kuivendamine on käesoleval viisaastakul nähtud ette Valge-Vene liiduvabariigis. Ka Nõukogude Eestis on vajalikud suure ulatusega kuivendustööd.

Nõukogude teadlased purustavad ka looduse poolt tõmmatud ja senini ületamatuiks peetud kultuurtaimede ja koduloomade levimispiire. Meile kõigile on tuntud Mitšurini, Lõssenko ja teiste tööd sel alal. Nende tööde tulemusena on põllundus nihkunud tunduvalt põhja poole, üksikute liikide ja sortide levimisala laienenud, puuvill ja mõned teised lõunamaised kultuurid toodud NSV Liidu Euroopa-ossa jne. Need saavutused kummutavad kõik meie senised arvamised põllumajanduse kultuuride levikust Maakeral. Seda on võimeline tegema vaid sotsialistlik teadus.

Lõpuks kasutab inimene kliimat ka ravivahendina rea haiguste vastu (klimatoteraapia). Kõige enam avaldavad mõju õhu temperatuur, päikese kiiritus, õhuniiskus, õhuvoolud

ja õhurõhk. Kõrbeline kliima on vahendiks reuma ja mitmesuguste närvihaiguste vastu, stepikliima tuberkuloosi vastu, merekliima mõjub rahustavalt ergukavasse jne. NSV Liidus on töötajate ravimiseks ja puhkevõimaluste soetamiseks avatud sanatooriume ja kuurorte laias ulatuses üle riigi mitmesuguse kliimaga aladel. Tuntuimad neist on subtroopilise kliimaga Krimmi lõuna- ja Kaukaasia läänerannik.

V. Maailmameri.

1. Ookeanid ja mered.

Maailmamereks nimetame laialdast ühtekuuluvat veevälja, mis võtab enda alla 361 miljonit km² ehk 70,8% kogu Maakera pinnast. Ta ei jagune ühtlaselt üle Maa. Põhjapoolkeral katab vesi 61% pindalast, lõuna-poolkeral 81%, maismaa-poolkeral 53,2% ja vee-poolkeral tervelt 88,4%.

Mandrid liigestavad maailmamere suurteks, omavahel ühendatud osadeks, mida nimetame o o k e a n i d e k s. Viimaseid on arvult neli: Suur ehk Vaikne ookean, Atlandi ookean, India ookean ja Põhja-Jäämeri ehk Arktiline ookean. Sageli peetakse Põhja-Jäämerd Atlandi ookeani osaks, põhjendades seda nende ühtse merehoovuste süsteemiga. Et aga Põhja-Jäämeri kujutab endast ulatuslikku polaarset veekogu ning on Atlandi ookeanist eraldatud Lääne-Euroopa rannikult üle Islandi ja Gröönimaa Arktilise saarestikuni ulatuva veealuse künnisega, mille kohal mere sügavus on alla 600 meetri — siis on õigem Põhja-Jäämerd pidada omaette ookeaniks.

Mandritele lisaks on ookeanide-vahelisteks piirideks veel kindlad geograafilised koordinaadid: Vaikse ja Atlandi ookeani vahel Lõuna-Ameerikas asuva Hoorni neeme meridiaan (67° läänepikkust), Atlandi ja India ookeani vahel Aafrikas asuva Agulhase neeme meridiaan (20° idapikkust), India ja Vaikse ookeani vahel Tasmaania saare lõunapoolseima neeme meridiaan (147° idapikkust) ja Torresi väin. Põhja-

Jäämere ja Atlandi ookeani vaheliseks kokkuleppepiiriks on põhja-polaarjoon.

Pindalalt suurim on Vaikne ookean, mis katab 180 miljonit km². Ta on ka sügavaim ja saarterikkaim veekogu. Eriti rohkesti esineb saari ekvaatori ja 30° l.-l. vahel — Lõunameres. Ookeani suurim laius on Kaljukitse pöörijoonel — 18 000 km, väikseim Beeringi väinas — 92 km. Piki Vaikse ookeani rannikut kulgevad mandreil ääremäed, mis takistavad liiklemist ranniku ja sisemaa vahel.

Atlandi ookeani pindala on 92 miljonit km², kuna laius kõigub 3000 kuni 9000 km piirides. Ta ühendab kaht majanduslikult kõige enam arenenud maailmajagu — Euroopat ja Põhja-Ameerikat, ning on seetõttu ookeanidest kõige liigeldavam. Ühtlasi omab Atlandi ookean käärulisima rannajoone sügavale maismaasse ulatuvate merede ja lahtedega. Tema vesikond ületab pindalalt Vaikse ookeani oma 2,5 korda ja on rikas laevatavate jõgede poolest. Atlandi ookeani puuduseks on külmade merehoovuste poolt tema loodeossa kantav ajujää ja ookeanisaarte — meresõidukeile vajalike vahepeatuspaikade — väike arv.

75 miljoni km² pindalaga India ookean on ekvaatorist põhja pool piiratud maismaaga. Hüdrograafiliselt ja atmosfääriliselt ei ole tal kõiki suure ookeani omadusi. Siin puuduvad passaattuuled, neid asendavad kirde- ja edela-mussoonid. Kuni 1492. aastani oli India ookeanil liiklemises tähtsam koht kui teistel ookeanidel. Langus järgnes Ameerika avastamisele. Alles pärast Suessi kanali avamist (ehitatud aastail 1859—1869) sai India ookean tagasi osa oma endisest tähtsusest liiklemisteena.

Põhja-Jäämere ehk Arktilise ookeani pindala on 14 miljonit km². Ta on ookeanidest kõige väiksem ja madalam. Põhja-Jäämere tundmaõppimisel on suured teened NSV Liidu teadlasil ja uurijail, eriti aga Nõukogude Liidu kangelasel Papaninil, kes juhatas korduvalt uurimis-

retki Arktikas ja organiseeris vaatlusjaama ujuval jääpangal 1937—1938. a. See vaatlusjaam püsis 274 päeva, liikudes edasi 2500 km.

Ookeanid tungivad oma ääreosadega enam või vähem sügavale mandritesse ja mandrite vahele. Neid väiksemaid ookeanide osi nimetatakse meredeks. Mered jagunevad: sise-, ääre- ja vahemeredeks. Sisemeri on ookeaniga ainult kitsas ühenduses, näiteks väina või väinade kaudu. Sisemered on: Läänemeri, Must meri, Aasovi meri, Valge meri, Pärsia laht, Hudsoni laht jt. Ääremered on ookeaniga laias ühenduses, mõnikord viimasest lahutatud ainult saarteahelikuga. Ääremered on: Barentsi meri, Kara meri, Põhjameri, Biskaia laht, Araabia meri, Bengaali laht, Jaapani meri, Ohhoota meri jt. Vahemered lahutavad mandreid üksteisest. Nad võivad olla oma asendilt sise- või ääremered. Sisemere tüüpi on Romaani vahemeri ehk Vahemeri — Euroopa, Aasia ja Aafrika vahel, teda ühendab Atlandi ookeaniga ainult 14 km lai ja 370 m sügav Gibraltari väin. Sisemere iseloomuga on ka Punane meri Aasia ja Aafrika vahel. Ääremere tüüpi kuulub Mehhiko lahest ja Kariibi merest koosnev Ameerika vahemeri, mis lahutab Põhja-Ameerikat Lõuna-Ameerikast. Samasse tüüpi kuuluv Aasia-Austraalia vahemeri moodustub kümnest osaliselt saartega üksteisest eraldatud, väheldasest, kuid sügavast nõost. Ta lahutab Aasiat Austraaliast.

2. Maailmamere sügavused.

Mandreid ümbritsevat madalat merd, mille sügavus ulatub tavaliselt 200 meetrini, nimetatakse laugmereks ehk šelfiks. Laugmerevööndi laius ei ole kõikjal ühtlane: kohati, näiteks Aafrika, Lõuna-Ameerika lääne- ja Euroopa lõunarannikul on ta võrdlemisi kitsas, Aasia, Põhja-Ameerika, Austraalia põhja- ja Euroopa põhja- ja looderannikul aga suure ulatusega, saavutades siin paiguti 800 kuni 1000 km

laiuse. Laugmere maismaaks muutumisel ühineksid Briti saarestik Euroopaga, Uus-Guinea Austraaliaga ja Borneo, Sumatra ja Jaava saar Aasiaga.

Laugmerd iseloomustab tema põhja väikene kalle, mis näiteks Iirimaast lääne poole jäävas laugmeres on ainult 0,7° ja Põhjameres 1°. Selle põhjuseks on asjaolu, et laugmeri kujutab endast maismaa vajumise tagajärjel pealetungiva mere poolt vallutatud mandri osa. Seda tõestab mitmete jõesängide ja rannikule ulatuvate orgude jätkumine mere põhjas, näiteks Kongo jõel, jõgedel Norra lääneranniku ja mujal.

Laugmerele järgneb mandri nõlv, mis ulatub kuni 3000 m sügavuseni. Teda iseloomustab põhja suur langus, s. o. kiire sügavamaks minek. Iirimaast lääne pool võrdub mandri nõlva kaldenurk 5°—6°, Biskaia lahes 13°—14°, kuid saavutab paiguti kuni 36° kallaku. Eriti suur, mõnikord üle 50° ulatuv kaldenurk on vulkaanilistel ja korallisaartel.

Süvameri algab 3000 m sügavusega ja võtab enda alla suurema osa maailmamerest. Maismaa pinnareljeefiga võrreldes on süvamere põhi märksa vähem vahelduv, kuna siin puuduvad järsud üleminekud ühelt kõrgusastmelt teisele. See on seletatav settimise tasandava mõjuga meresügavustes. Ainult kohati, näiteks Lõunameres ja Aasia-Austraalia vahemeres esinevad haudmikud kõrvuti järsunõlvaliste veealuste lavakõrgendikega, milledelt kerkivad saared.

Enamik maailmamerest kuulub 3000—6000-m sügavusastmesse. Sellest allapoole ulatuvaid nn. haudmikke on vähe ja need on koondunud enamikus ääreosadesse, mandrite ja saarestike lähedusse. Ookeanide sügavamaid kohti esitab järgnev tabel.

Maailmamere sügavamaid kohti:

	Vaikses ookeanis:	
Filipiini vagumus	— suurim sügavus	10 830 m
Mariaani „	„ „	9636 „

Tonga vagumus — suurim sügavus	9184 m
Jaapani „ „ „	8513 „
Atlandi ookeanis:	
Porto-Rico vagumus	8525 m
Vagumus Lõuna-Sandwichi saarte juures	8060 „
India ookeanis:	
Sunda vagumus	7450 m
Põhja-Jäämeres (Arktilises ookeanis):	
Põhja pool Wrangeli saart	5440 m

Niisiis on suurim sügavus Vaikses ookeanis 10 830 m, mis osutub ühtlasi seni avastatud suurimaks meresügavuseks üldse (võrrelda Mount-Everesti kõrgusega — 8882 m), Atlandi ookeanis 8525 m, India ookeanis 7450 m ja Põhja-Jäämeres 5440 m. Maailmamere keskmine sügavus on ligikaudu 3800 m (mandrite keskmine kõrgus ainult 825 m). Arvestamata juurdekuuluvaid ääre- ja sisemeresid, jääb keskmiseks sügavuseks Vaiksel ookeanil 4030 m, Atlandi ookeanil 3330 m, India ookeanil 3900 m ja Põhja-Jäämerel 1200 m. Seega osutub Vaikne ookean sügavaimaks ja Põhja-Jäämeri madalaimaks ookeanidest, kuna India ookeani keskmine sügavus ületab Atlandi ookeani oma. Piki viimast kulgeb põhja — lõuna suunas S tähe kujuline veealune seljandik, mis asetseb 2000—4000 m sügavuses.

Ääre- ja sisemeredest kuuluvad sügavaimate hulka vahemered, kuna merede keskmine sügavus üldse on 1200 m.

Ookeanide ja merede sügavus (põhja reljeef) märgitakse kaartidel samasügavusjoonte ehk isobaatide abil.

Sügavuste mõõtmist toimetatakse erilise loe abil. See koosneb alt avatud torust, mille külge kinnitatakse raske malmist kera. Lood lastakse vette peene ja tugeva terastraadi abil. Põhjaga kokkupuutumisel vabaneb kera automaatselt toru küljest ja jääb maha, kuna toru tõmmatakse veepinnale tagasi. Lahtirullitud terastraadi järgi leitakse mõõdetava koha

sügavus; toru avausse jäänud ainese põhjal tehakse kindlaks merepõhja koosseis. Sügavuste mõõtmine kirjeldatud loe abil kestab mitu tundi.

Kergem on mõõtmist toimetada hääle peegeldumise abil, s. o. ajavahemiku järgi, mis kulub selleks, et veepinna kohal tekitatud helilained jõuaksid mere põhjani ja sealt tagasi-peegeldumise teel uuesti tagasi (hääle levimiskiirus vees on umbes 1500 m/sek). Sel teel leiti ka maailmamere suurim sügavus 10 830 m, kuna lood näitas samas kohas 10 170 m.

Mahult ületab maailmamere veekogum merepinnalt kõrgemale kerkiva maismaa ligi 11-kordselt. Ta kataks Maa suuruse kera pinna umbes 2,5 km paksuse veekihiga.

3. Merevee omadused.

a. Soolsus.

Merevesi on mitmesuguste soolade lahus ja omab kibesoolase maitse (magneesiumisoolade tõttu). Ookeanide keskmine soolsus on 35‰ (35 tuhandikku = promilli), kõikudes 32‰ ja 37,9‰ piirides. Soolade omavaheline kaaluline suhe merevees on kõikjal ühesugune (vt. tabel). Nende üldhulk on tohutu: ookeanide kuivades kataks nende põhja 62 m paksune soolakiht, mis kaaluks 50 000 bilj. tonni.

1000 g merevees suurimas koguses leiduvate soolade hulk grammides:

Keedusool NaCl	—	27,2 g
Kloormagneesium $MgCl_2$	—	3,8 „
Väävelhapu magneesium $MgSO_4$	—	1,7 „
Väävelhapu kaltsium $CaSO_4$	—	1,2 „
Väävelhapu kaalium K_2SO_4	—	0,9 „
Süsihapu kaltsium $CaCO_4$	—	0,1 „
Broommagneesium $MgBr_2$	—	0,1 „
	Kokku:	35,0 g

Peale loeteldud suuremal hulgal esinevate soolade on merevees lahustunud veel nitriite, nitraate, fosfaate (mõni

milligramm 1 m^3 vee kohta) ning õige väikeses kontsentratsioonis (10^{-5} — 10^{-8} g ühe kg kohta) kulda, hõbedat, niklit, tina, tsinki, vaske, joodi ja broomi.

Soolsuse levik ookeanide pinnakihis (arvestamata meresid) oleneb eeskätt kliimalistest tingimustest ja väiksemal määral merehoovustest ning muist tegureist; otsustava tähtsusega on mageda vee juurdetuleku (sademed, kondenseerumine) ja kao (aurumine) vahekord. Osutub mõnes ookeaniosas magedavee lisandumine aurumisest suuremaks, siis on seal soolsus alla keskmise, ületab aga teisal auramise teel tekkinud kadu mageda vee juurdetuleku, on sealne soolsus ookeanide keskmisest soolsusest kõrgem.

Ekvatoriaalses vaikusvööndis on ookeanide soolsus pinnal alla keskmise — sest sademed ületavad hulgalt auramisel tekkinud vee kadu, kuna auramist vähendavad sagedane pilvitus, suur õhuniiskus ja tuulevaikus.

Passaatide vööndis on ookeanide soolsus pinnal kõrgem keskmisest soolsusest. Vee auramist soodustavad siin laskumisel soojenevad õhumassid, pilvitu taevas, tugevad tuuled ja väike õhuniiskus.

Läänetuulte vööndis on ookeanide soolsus pinnal alla keskmise, kuna siin langeb rohkesti sademeid ning auramist vähendavad sagedane pilvitus ja suur õhuniiskus. Suuremate laiuste all asuvates ookeaniosades tõstavad magedavee hulka polaaraladest kohalekantud jää sulamisel tekkivad veed.

Polaarvööndis on ookeanide soolsus pinnal samuti alla keskmise, kuna aurumine on siin valitsevate madalate temperatuuride ja suure pilvituse tõttu väike. Põhja-Jäämerre toovad ümbritsevailt mandreilt suubuvad veerikkad jõed rohkesti magedat vett.

Merehoovustest omavad soojad hoovused tavaliselt suuremat soolsust kui külmad.

Ookeaniga laias seoses olevates ääremeredes ei erine vee

soolsus pinnal tunduvalt ookeani omast. Näiteks on see Barentsi meres 34—35‰.

Kui meri on eraldatud ookeanist veealuse künnisega või ühendatud ookeaniga ainult kitsaste väinade abil, siis on mõlema vee soolsus pinnal omavahel tunduvalt erinev. Vahemeres tõuseb sooladesisaldus 37‰—39‰, Punases meres aga veelgi kõrgemale — kuni 41‰. Selle põhjuseks on vähene magedavee juurdevool jõgede kaudu, sademetevaesus ja suur aurumine kõrgete temperatuuride tõttu. Läänemere vee soolsus pinnal on Taani saarestiku läheduses 16‰, idaosas aga, Eesti NSV vetes, 2‰—7‰, mis on seletatav väikese aurumise, küllaldase sademetehulga ja rohke magedavee juurdevooluga maismaalt. Liiatigi pääseb läbi kitsaste Taani väinade põhjahoovusega vähe soolast vett Põhjamerest Läänemerre, kuna pinnahoovusega kantakse magedam vesi viimasest lääne poole.

Ookeanides ei ole pinnal ja sügavamal asuvate veekihtide soolsuse vahe suur. Auramise teel tihenev soolalahu ei saa laskuda pinnalt tunduvalt allapoole, seda takistab kiire veetemperatuuri languse tõttu ookeani ülemistes kihtides võrdlemisi pinna lähedal asuv külm ja suurema tihedusega vesi.

Meredes, kus vee temperatuuri langus põhja suunas toimub aeglaselt, on alumised veekihid ülemistest tunduvalt suurema soolsusega.

b. Värvus.

Merevee värvus ei ole kõikjal ühesugune, vaid kõigub rohelisest koobaltsiniseni. See on seletatav merevee füüsikaliste omadustega.

Valguskiired, tungides merepinnalt vette, neelduvad seal. Eriti suur on punaste ja oraanž kiirte neeldumine — juba veepinna ülemistes kihtides. Sinised ja violetsed kiired neelduvad vähem — osa neist peegeldub tagasi ja annab veele sinise värvuse. Ainult madalates kohtades on võimalik ka

punaste ja oraanž kiirte peegeldumine, millised koos siniste ja violetsete kiirtega annavad mereveele roheka tooni.

Samasugust mõju avaldavad suuremal hulgal vees hõljuvad mikroskoopilised organismid (plankton) ja mineraalosakesed, tekitades vee roheka värvuse.

Soojas ja soolases vees sadestuvad peened mineraalsetted võrdlemisi kiiresti. Väiksema hapnikusisalduse tõttu on siin ka plankton vaesem kui hapnikurikkas, külmemas veekogus. Seega on soe ja soolasem vesi läbipaistvam külmemast ja väiksema soolsusega veest ning omab sinise värvuse, viimase rohelise või roheka vastu.

Sellega on seletatav väiksemate laiuste (laiuskraadide) all asuvate ookeaniosade, merede ja soojade merehoovuste vee sinine ning suuremate laiuste all asuvate ookeaniosade, merede ja külmade merehoovuste vee roheline või rohekas värvus.

Koobaltsinisena näib Atlandi ookeani vesi põhja-poolkeral ja India ookeani oma lõuna-poolkeral 10^0—30^0 laiuskraadide vahel. Sinine on soe Vahemeri, kuna temast külmemate Põhja- ja Läänemere veed omavad roheka värvuse. Newfoundlandi juures kokkupuutuvaid Golfi ja Labradori hoovusi võib kergesti eraldada nende erineva värvuse järgi.

Merevee värvust võivad mõjutada ka jõgede poolt merre kantud setted. Näiteks on Kollase mere vesi kollakas temas hõljuvate rohkete lössiosakeste tõttu. Punase mere rannaäärsetes alades leidub massiliselt mikroorganisme, mis annavad veele punaka värvuse.

Omapäraseks nähtuseks on merevee helendumine, mida tekitavad helendumisvõimelised vees hõljuvad organismid.

c. Merevee temperatuur. Merevee temperatuuri tähtsaim tegur on Päikese kiiritus — Maa sisemine soojus annab ookeani põhjal 1 cm^2 pinnale ainult 54 g-kalorit aastas, mis on tähtsusetu suurus.

Veekogu ja maismaa soojenemistingimused on väga erinevad.

Esimene lahkuminek seisab vee ja kivimite soojusmahtuvuses — mageda vee erisoojus on 1 gramm-kalor, keskmise soolsusega ookeani veel 0,93 ja maakoore välispinna kivimeil ainult 0,2 kuni 0,6 gramm-kalorit. Seetõttu soojeneb meri maismaast aeglasemalt, kuid aeglasem on ka mere jahtumine. Viimasel juhul antakse ära tohutuid soojushulki: 1 m^3 merevett jahtudes 1° võrra tõstab samapalju 3120 m^3 kuiva õhu temperatuuri. Sellest tulebki mere pehmendav mõju, eriti suuremate laiuste all asetsevaile rannikumaile.

Teiseks soojeneb maismaal otseselt ainult õhuke pinnakiht, kuna allapoole pääseb soojus vaid kaudsel teel, kivimite soojusjuhtivuse abil. Vette tungivad aga nähtavad valguskiired 50—70 m sügavuseni, tõstes kogu nimetatud kihi temperatuuri (sügavamal suhteliselt vähe).

Kolmandaks läheb vees osa soojust kaduma vee auramise tõttu, kuna osa peegeldub tagasi pinnalt. Ka lainetus aitab kaasa soojuse ühtlaseks jagunemiseks ülemistes kihtides.

Neljandaks esinevad veekogudes konvektsioonvoolused, millede toimel veeosakesed paigutuvad nii, et suurema tihedusega raskemad kihid jäävad allapoole ja kergemad lähemale pinnale. Mage vesi on tihedaim +4° juures, ja niisuguse temperatuuriga kiht asub põhjas. Jahtumise esimeses järgus langeb kogu veekogu temperatuur konvektsioonvooluste tulemusena nelja kraadini. Edasisel soojuse kaotusel jääb külmem ja ühtlasi kergem vesi juba ülespoole — mida külmem, seda kõrgemale. Lõpuks langeb pinnakihi temperatuur 0°-ni ja veekogu kattub jääga.

Teisiti on lugu meredega, millede vee soolsus on vähemalt 24,7‰ ja üle selle. Niisuguse vee suurim tihedus on külmumispunktist madalama temperatuuri puhul, mida näitab järgnev tabel.

Vee külmumistemperatuur ja suurim tihedus.

Vee soolsus	0‰	20‰	24,7‰	30‰	40‰
Vee külmumistemperatuur	0°	—1,1°	—1,33°	—1,6°	—2,2°
Suurim tihedus	4°	—0,3°	—1,33°	—2,5°	—4,5°

Sellise soolsuse puhul ei saa veekogu jahtumisel külmemad kihid jääda pinna lähedale, kuna nad on raskemad. Siin peab kogu veemassi temperatuur langema kuni külmumispunktini, enne kui saab tekkida jääkate. Sellega on seletatav suure soolsusega, sügavate merede pikaldane kinnikülmumine.

Vee temperatuur ookeanide pinnal kõigub —2° ja 30° vahel. Aasta-kesktemperatuur on Vaiksel ookeanil 19,1°, India ookeanil 17° ja Atlandi ookeanil 16,9°. Nende veekogude põhja-poolkeral asuvad osad on soojemad lõuna-poolkeral samade laiuste all asuvaist osadest.

Mõne troopikavööndi sisemere pinnakihtide kõrgeim temperatuur ületab ookeanide oma, tõustes näiteks Punases meres ja Pärsia lahes 35°-le.

Temperatuuri ööpäevane kõikumine ookeani pinnal on väike — troopikavööndis keskmiselt 0,5° (selge taevaga 0,9°—1,6°) ja suuremate laiuste all ligikaudu 0,4°.

Ookeani veepinna temperatuuri aastast amplituudi, võrreldes maismaa omaga, näitab järgmine tabel.

Ookeanide veepinna ja maismaa kohal asuva õhu temperatuuri aastane amplituud.

	50°p.-l.	40°p.-l.	30°p.-l.	20°p.-l.	10°p.-l.	0°	10°l.-l.	20°l.-l.	30°l.-l.	40°l.-l.	50°l.-l.
Ookean	8,4°	10,2°	6,7°	3,6°	2,2°	2,3°	2,6°	3,6°	5,1°	4,8°	8,8°
Maismaa	25,5°	19,2°	12,4°	8,4°	3,7°	1,3°	2,9°	6,0°	8,1°	8,8°	—

Meredes ja ookeanide rannikuosades on pinnavee temperatuuri kõikumine aastas suurem, näiteks Vahemeres 10°—15° ja Mustas meres 15°—20°.

Pinnakihtidest allapoole madaldub ookeanides temperatuur 150—200 m sügavuseni väga kiiresti, 200—1000 meetrini pikkamööda ja alates 1000 meetrist kuni põhjani äärmiselt aeglaselt.

Ookeanide alumistes pinnakihtides, 150—180 m sügavusel, on vee temperatuur parasvööndis kõrgem kui troopilistes alades. Selle põhjuseks on: 1) pinnapealsete veekihtide suur tihedusekõikumine aasta kestel, mis kutsub esile konvektsioonvoolusi raskema, soojenenud vee allapoole valgumise näol, ja 2) ekvaatori piirkonnast tulevate merehoovuste poolt kohalekantud soojad veemassid, mis siin laskuvad sügavamale alumistesse pinnakihtidesse. Troopilistes alades aga kerkivad merehoovuste poolt ärakantud veehulkade asemele põhjast pinnale külmad veemassid, mis avaldavad jahutavat toimet 150—180 m sügavuses asetsevaile kihtidele.

Maailmamere suuremates sügavustes toimub vee juurdevool polaarsetest basseinidest ookeanide troopilistesse osadesse. See nähtus tingib enam-vähem ühtlase 0^0—3^0 piirides kõikuva põhjavete temperatuuri kõikides ookeanides (välja arvatud polaarsed basseinid, kus vee temperatuur langeb kuni —$1{,}9^0$).

Sügavates, veealuse künnise abil suletud sisemeredes võib ka põhjas lasuvate veekihtide temperatuur kõrge olla. Vahemeres ei lange ta kusagil alla $12{,}7^0$. Selle põhjuseks on Gibraltari väinas 370 m allpool veepinda asetsev, Vahemerd Atlandi ookeanist lahutav künnis, mis takistab sügavamal asuva külmema ookeanivee valgumist Vahemerre. Sellised põhjani soojad mered võivad esineda ainult neis paikades, kus vee pinnakihtide temperatuur talvel ei lange juurdevalguva sooja vee temperatuurist madalamale ega kutsu seega esile jahutavaid konvektsioonvoolusi.

4. Vee liikumine ookeanides ja meredes.

a. L a i n e t u s. Tuule puhudes üle veevälja sünnib hõõrdumine õhu- ja veepinna-osakeste vahel, mille tulemuseks on lainetuse tekkimine. Lainetusel liigub iga üksik veeosa-

kene ringikujuliselt — tõustes üles ja ettepoole ning laskudes seejärel alla ja tahapoole — lainete liikumissuuna suhtes.

Lainete mõõted olenevad tuule tugevusest, veevälja suurusest ja veemassist. Seepärast kohtame suurimat lainetust ookeanides, kus tormide puhul on laine pikkus [1] 350—500 m, kõrgus 10—15 m (viimane haruldane) ja liikumiskiirus kuni 35 m/sek. Läänemeres ei ületa laine pikkus 30 m ja kõrgus 4 m.

Laine kasvades muutub ta hari järsumaks (kuni 120); tuul rebib selle osakesi ja piserdab nad vahuks, mis katab harja ülaosa. Lainete kasv on võimalik ainult teatud piirini; jõudnud selleni, ei suurene nende kõrgus enam tuule edasisel tugevnemisel. Säärased lained on laevadele eriti ohtlikud, kuna nad on suurejõulised.

Veeredes lauskranniku madalas vees, muutub laine kitsamaks ja seega järsumaks. Tema alumine osa jääb hõõrdumisel vastu põhja oma liikumises maha, kuna hari kaldub ettepoole ja paiskub lõpuks ümber, s. o. murdleb. Murdlemine sünnib ka kaugemal rannajoonest — rahudel, karidel, leetseljakuil. Eriti tugev on murdlainetus Aafrika lääneosa vetes Guinea lahe ranna lähedal, kus ta kannab k a l e m m a nimetust ja on suureks takistuseks laevaühendusele.

Põrgates vastu järskrannikut, paiskub laine üles, sageli kuni 30 m kõrgusele, ja omab suurt purustavat jõudu.

Veeosakeste liikumise tõttu inertsi mõjul kestab lainetus veel mõni aeg edasi, kui lainetuse põhjus juba kadunud on. Seda nähtust nimetatakse u m m i k u k s. Ummiklained erinevad tuule poolt tekitatud lainetest oma ümmargusema harja ja väiksema kõrgusega.

Ka vulkaanilised pursked ning maa- ja merevärinad võivad lainetust tekitada. Eriti suured lained tekivad seismiliste

---

[1] Laine pikkust mõõdab horisontaaljoon, mis ühendab kahte kõrvuti asuvat laineharja.

protsesside puhul. Nende liikumiskiirus võib olla 150—200 m/sek., pikkus 150—1000 m ja kõrgus 20—30 m. Maismaale tungides teevad säärased hiigellained põhjaliku hävitustööd, pühkides maapinnalt terved asulad.

b. Tõus ja mõõn. Ookeanide ja ääremerede rannal ilmneb korrapäraselt — kaks korda ööpäevas — veepinna tõus ja alanemine. Mõne tunni kestel ujutatakse lauskrannikul üle laialdased maa-alad, millele järgneb veemasside tagasivalgumine ulgumere suunas. Vee kõrgseise lahutab üksteisest ajavahemik 12 tundi 25 minutit, kuna kõrg- ja madalseisu vahe on 6 tundi 12,5 minutit. Neid perioodilisi nähtusi tuntakse loete ehk tõusu ja mõõna nime all.

Tõusu- ja mõõna nähtuste tekitajaks on Kuu ja Päikese külgetõmbetung. Kuna Kuu asub meile ligi 400 korda lähemal kui Päike, siis on — Kuu väiksemast massist hoolimata — tema mõju Maale Päikese omast umbes 2,2 korda suurem.

Sellel Maakera osal, mis asub Kuule kõige lähemal, ning kus viimane seisab ülemises kulminatsioonis, on gravitatsioonitungi mõju suurim. Ta kisub veeosakesi Kuu poole — tekitades maailmameres tõusulaine. Samasugune, kuigi madalam tõusulaine tekib ka Maakera vastaspoolel, mis jääb Kuust kõige kaugemale, kus seetõttu Kuu külgetõmbetung osutub kõige väiksemaks ning ülekaalus on tsentrifugaaltung; viimane ongi teise tõusulaine tekitajaks. Nende kahe tõusu vahepealsetesse kohtadesse jääb mõõn. Koos Kuu kulminatsiooniasendi liikumisega idast läände liiguvad ka tõusulained, neile järgnevate mõõnadega, tekitades 24 tunni 50 minuti (kuu ööpäeva) kestel kaks korda tõusu ja mõõna.

Tõusu kõrgus ei ole samas kohas alati ühtlane. Suurim on tõus noor- ja täiskuu ajal, mil Päikese ja Kuu mõju liitub, ning väikseim esimese ja viimase veerandi ajal, mil Päike ja Kuu mõjuvad täisnurgi.

Tavaliselt ei ühti tõusu kõrgseis ajalt Kuu kulminatsiooni-

momendiga, vaid hilineb veidi, mis on tingitud veeosakeste inertsist, hõõrdumisest. Samuti ei ühti suurim tõus Maa, Kuu ja Päikese ühel sirgjoonel asumise momendiga noor- ja täiskuu ajal, vaid järgneb sellele hiljem.

Püha Heleena saare juures on tõus 0,9 m kõrgune, Assoori saarte kohal 0,5—2 m ja mandriosade rannal 1,5—2,5 m. Eriti märgatav on tõusulaine ookeaniga ühenduses olevais kitsastes lahtedes ja jõgede lehtersuudmeis. Penžina lahes Ohhoota meres on tõusulaine kõrgus 11 m, Bristoli lahes ulatub ta 12 meetrini ja Fundi lahes Kanada idarannikul 16—20 meetri piiridesse. Piki Gangese jõge liigub merest tulev tõusulaine kuni 250 km ja Amazonast pidi koguni 870 km ülesvett.

Sisemeredes on tõus vaevaltmärgatav ja esineb sageli ainult üks kord ööpäeva kestel. Vahemeres Genua juures tõuseb veepind 14 cm, Läänemeres Tallinna sadamas ainult 4,3 cm — kusjuures Tallinnas on hommikul tõus, õhtul mõõn.

c. Merehoovused. Merehoovuste olemasolu tõestavad: Antilli saartelt pärinevate puutüvede leidumine Iiri, Skandinaavia ja Teravmägede rannas, 9-kuine papaaninlaste retk ujuval jääpangal, jäälõhkuja „Sedovi" triivimine polaarvetes ja paljud teised nähtused.

Merehoovustes liiguvad veeosakesed horisontaalsuunas tihti tuhandete kilomeetrite kaugusele — esineb voolunähtus.

Merehoovuste peamiseks tekitajaks on pikemat aega samas suunas puhuvad tuuled. Need panevad liikuma veepinna pealmised kihid, mis kisuvad endiga kaasa ka allpoolasuvaid — kuni mõnesaja meetri sügavuseni. Niisugusteks tuulteks on eeskätt 35° põhja- ja 28° lõunalaiuse vahel esinevad kirde- ja kagupassaadid, mis üksteisest on lahutatud ekvatoriaalse vaikusvööndiga.

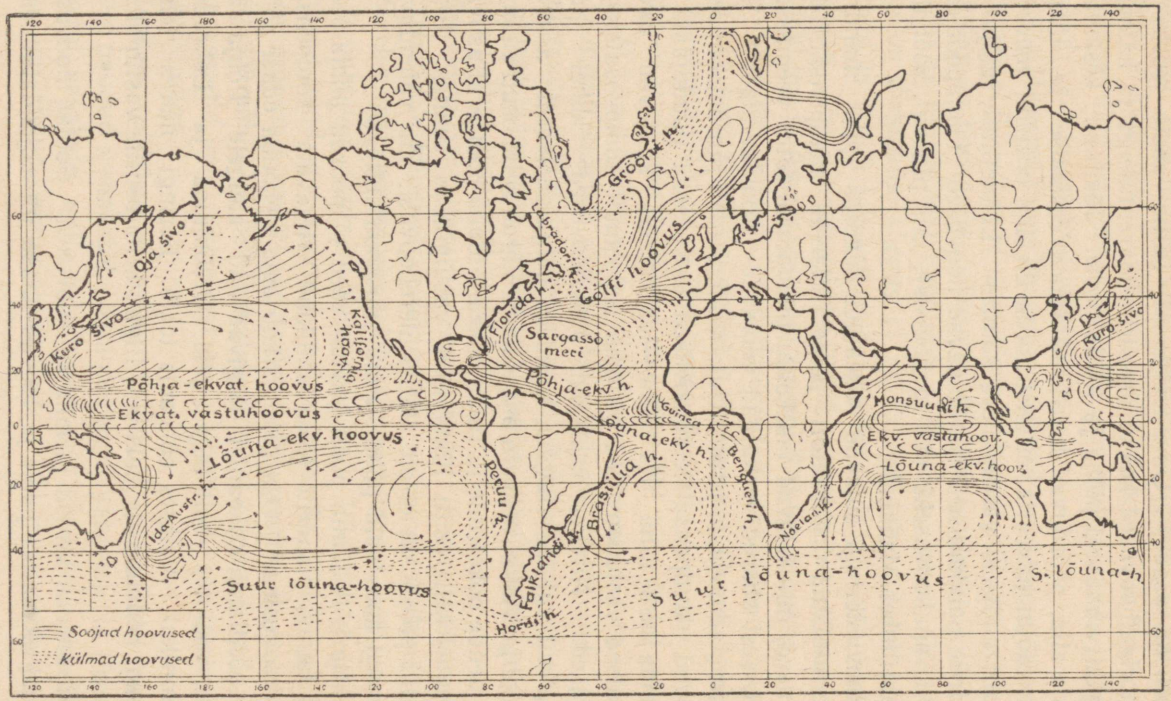
Maakera pöörlemise mõjul kalduvad passaatide poolt liikuma pandud veemassid põhja-poolkeral paremale ja lõuna-poolkeral vasakule, mille tulemuseks on ida-läänesuunaliste põhja- ja lõuna-ekvatoriaalhoovuste tekkimine ookeanide

troopilistes osades. Oma teekonnal lääne poole põrkavad ekvatoriaalhoovused kokku mandrite idarannikuga ja käänduvad piki viimaseid põhja ja lõuna poole. Jõudnud keskmiste laiuste alla, pöörduvad hoovused Maa pöörlemise ja läänetuulte mõjul juba itta, et teist korda ületada ookeani veevälja, seekord endisele vastupidises suunas. Läänetuulte mõjul ja mandrite puudumise tõttu ühinevad hoovused lõunapoolkeral Suur-Lõunahoovuseks (ka Idahoovus), mis pideva vööndina ulatub ümber Maakera.

Hoovusteringi sulevad ookeanide idaosas piki mandrite läänerannikuid ekvaatori poole liikuvad kompensatsioonhoovused, mis tekivad tasakaalu puudumise tõttu veemasside vahel, sest suured veehulgad voolavad troopika-aladelt ära ekvatoriaalhoovuste näol. Uute veehulkade juurdetoomisega püüavad kompensatsioonhoovused katta seda puudujääki ja taastada tasakaalu. Ka lääne—ida suunas kulgevad ekvatoriaalsed vastuhoovused on oma iseloomult kompensatsioonhoovused. Niiviisi esinevad merehoovused kahel pool ekvaatorit suletud ringina, milledes põhja-poolkeral asuvais Atlandi ja Vaikse ookeani osades vesi liigub kella osuti suunas, ning nende ookeanide ja India ookeani lõuna-poolkeral asuvais osades — kella osuti liikumisele vastupidises suunas. India ookeani põhjaosas ei ole alalisi merehoovusi, siin vahelduvad hoovused koos neid põhjustavate mussoontuultega.

Mitte kõik lõuna poolt toodud veed ei pöördu põhja-poolkeral tagasi mandrite läänerannikuid riivavate kompensatsioonhoovustega. Osa neist jätkab oma teekonda edasi põhja poole. Atlandi ookeanist tungivad nad kaugele Põhja-Jäämerre, voolates sealt tagasi piki Gröönimaa ja Labradori idarannikut. Vaikses ookeanis tekib Beringi meres teine, väiksem hoovusering, kus vesi liigub kella osutile vastupidises suunas.

On olemas soojad ja külmad hoovused. Soojad hoovused tulevad ekvaatori poolt ja toovad kaasa ülesoojendatud vett,



Joonis 70. Merehoovuste kaart.

külmad hoovused kulgevad suuremate laiuste alt ekvaatori suunas, tuues endiga ülejahutatud veemasse (joon. 70).

Atlandi ookeanis on soojad Golfi ja Brasiilia hoovused, ning külmad Labradori, Kanaari ja Benguella hoovused. Vaikses ookeanis on soojad Kuro-Sivo ja Ida-Austraalia hoovused ning külmad Ohhoota, Kalifornia ja Peruu hoovused. India ookeanis on soe Mosambiki ja külm Lääne-Austraalia hoovus. Tunduvalt alandab mandrite lääneranniku riivavate külmade hoovuste (näiteks Kanaari, Benguella hoovused) temperatuuri põhjast kerkiv külm vesi, mis asendab passaatide poolt rannast eemale tõrjutud soojemat pinnavett.

Soojade hoovuste temperatuur ulatub 22°—26°, külmadel võib ta olla ainult 1°—2°.

Merehoovused avaldavad suurt mõju mandrite kliimale. Üks tähtsamaid Euroopa kliimategureid on Golfi hoovus. Tema tekkimiskohaks on Atlandi ookeani troopilised veed. Liikudes lääne suunas, satub suurem osa Atlandi ookeani põhja- ja lõuna-ekvatoriaalhoovuse vetest Kariibi merre ja sealt Mehhiko lahte. Läbinud mõlemad mered, väljuvad need veed Florida hoovuse näol samanimelise väina kaudu Mehhiko lahest ja ühinevad põhja-ekvatoriaalhoovuse ülejäänud osaga. Viimane saabub siia, tulles ümber Lääne-India saarestiku ida poolt. Pärast ühinemist kannab hoovus Golfi hoovuse nimetust.

Hatterase neeme kohal pöördub hoovus kirdesse ja hargneb hiljem. Tema harud uhuvad Gröönimaa, Islandi, Briti saarestiku ning Lääne- ja Loode-Euroopa mandriosa rannikualasid. Mõned haruhoovused tungivad kaugele polaarvetesse — ulatudes Novaja-Zemlja ja Svalbardi saarteni. Hoovuse laius on Florida väinast väljumisel 75 km, sügavus ligi 700 m, kiirus 7—9 km tunnis ja temperatuur 25°. Tema poolt kaasatoodav veehulk ületab Mississipi kaudu merre voolava veehulga 2000 korda.

Jätkudes kirde suunas, laieneb hoovus kuni 125 kilo-

meetrini, säilitades 5-km tunnikiiruse. Veel Newfoundlandi kohal on ta vee temperatuur üle 20°. Tuues endaga tohutu hulga soojust, mõjub Golfi hoovus keskküttena eeskätt Euroopa lääne- ja loodeosale, luues siin klimaatilised tingimused, mis ei esine ühelgi teisel mandril samade laiuskraadide all.

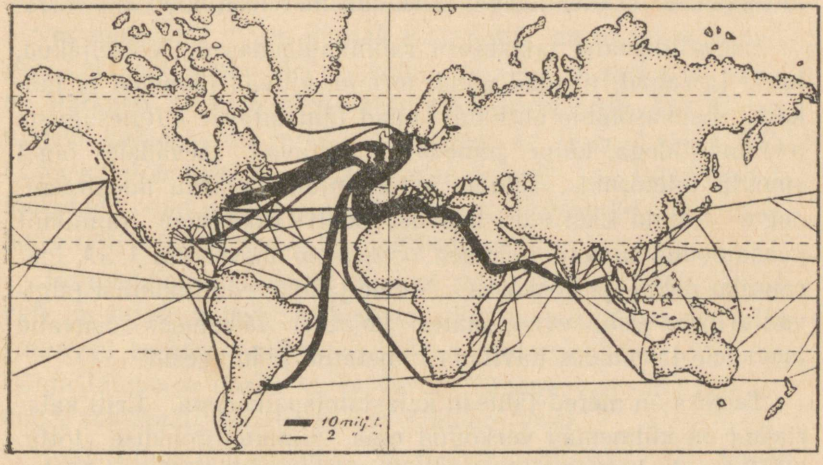
Külmade hoovuste mõju on eriti tunda lõuna-poolkera mandrite lääneranniku il. Siin möödub Aafrika rannikust Benguella hoovus, Lõuna-Ameerika rannikust Peruu hoovus ja Austraalia rannikust Lääne-Austraalia hoovus. Nende suhteliselt külma vee tõttu on jahe ka nende kohal lasuv õhk, ega sisalda kuigi palju niiskust. Valgudes siit tunduvalt soojemale maismaale, tõuseb õhumasside temperatuur, mis ei soodusta veeauru tihenemist, vaid vastuoksa — vähendab relatiivset niiskust. Seetõttu on siin sademete tekkimise võimalused haruldased ning eespoolnimetatud mandrite külmade hoovustega kokkupuutes olevail rannikualadel levivad kõrbed: Edela-Aafrikas Namibi kõrbe, Lõuna-Ameerikas Atacama kõrbe, samuti ulatuslikud kõrbealad Lääne-Austraalias. Tänu sademetevähesusele on Atacama kõrbes säilinud rikkalikud salpeetrilademed. Ka põhja-poolkeral on mõningate kõrbete levimise üheks põhjuseks külmad merehoovused, näiteks Kalifornias (Kalifornia hoovus) ja Lääne-Saharas (Kanaari hoovus).

5. Mere tähtsus inimkonna majanduslikus elus.

Ookeanidel ja meredel on suur tähtsus inimese majanduslikus tegevuses.

Juba vanas ajaloos tunneme kreeklasi ja foiniiklasi ning hiljem roomlasi uljaste meresõitjatena ning kolooniate-rajajaina rannikumaile. Tubliks meresõidu eelkooliks oli kreeklasile purjetamine emamaa ja Egeuse meres rikkalikult leiduvate saarte vahel. Keskajal teostasid ulatuslikke vallutus- ja

röövretki peaaegu kõigile Euroopa rannikualadele Skandinaavias elutsevad normannid. Oma väikeste laevakestega, milledes sageli sõitsid kaasa ka naised ja lapsed, ületasid nad Atlandi ookeani ja avastasid Gröönimaa, Newfoundlandi ja Põhja-Ameerika kirderanniku. Tuleb veel mainida hispaanlasi ja portugallasi ning hiljem hollandlasi ja inglasi. Need



Joonis 71. Maailma tähtsamad laevateed.
Jämedamad jooned tähistavad suuremat liiklemist.

meresõitjad avastasid senitundmata maid, terveid maailmajagusid, leiutasid uusi mereteid Lõuna-Aasiasse jne., mille tulemuseks oli uute varade ja rikkuste juurdevool Lääne-Euroopasse ja selle majanduse kiire tõus alistatud asumaarahvaste ekspluateerimise tõttu.

Tänapäeval on ookeanid tähtsamaiks liiklemisteedeks, nende kaudu toimub suurem osa väliskaubandusest. Ookeanidest kõige liigeldavam on Atlandi ookean oma asendi tõttu kahe majanduslikult kõige enam arenenud mandri — Euroopa ja Põhja-Ameerika vahel. Tema põhjapoolse osa laevaliinidel sõidab üle poole kogu maailma laevastiku tonnaažist. Tundu-

valt on laevateid lühendanud 1869. aastal liiklemiseks avatud 164 km pikkune Suessi kanal — Atlandi ja India ookeani vahel, ning 1914. aastal laevadele avatud 81 km pikkune Panama kanal — Atlandi ja Vaikse ookeani vahel. 228 km pikkune Stalini-nimeline Valgemere—Läänemere kanal, mis tõendab nõukogude tehnika võimsust ja varustatust kõige moodsamate seadeldistega, lühendab mereteed 4000 km võrra.

Laevaliiklemist takistavad rannikulähedased leetseljakud, karid ja rahud, tihedad udud, tormid, ujuvad jäämäed ja jääkate. Laevasõidule ohtlikud kohad tähistatakse mitmesuguste meremärkidega, kuna pimedas juhatavad laevadele õiget suunda tuletornid. Udude puhul antakse märku udusireenidega. Külma Labradori hoovuse poolt Gröönimaa rannikult kaasatoodud ujuvad jäämäed ohustavad laevasõitu USA idaranniku põhja- ja keskosas. Nende jäämägede liikumist jälgivad erilised vahilaevad, saates hoiatusi läheduses asuvaile laevadele ja püüdes hävitada nimetatud jäämägesid.

Teiseks on mered tähtsad kalastamispaikadena. Eriti kalarikkad on külmemad veekogud oma planktonirohkuse tõttu. Ühele osale kaladest on plankton asendamatuks toiduks. Tuntuimad kalastamispaigad on Newfoundlandi leetseljak (samanimelisest saarest kagu pool) Labradori ja Golfi hoovuste kokkupuute alal, Norra rannikumeri, Muurmani rand, Ohhoota meri, Jaapani meri jt. Toodangu hulgalt on tähtsamateks püügikaladeks tursad ja heeringad. Heeringad saadetakse müügile soolakalana, kuna turski soolatakse või kuivatatakse. Tursa maksast valmistatakse kalamaksaõli. Kalatööstusis järelejäänud rapped lähevad väetusainete tootmiseks. Tähtsamad maad kalanduse alal on NSVL, Jaapan, USA, Suur-Britannia ja Norra.

NSV Liidu tähtsamateks kalastamispaikadeks on meie Kaug-Ida rannikut uhtuvad Vaikse ookeani osad (Ohhoota ja Jaapani meri), Barentsi meri (Muurmani rannik) ja Kaspia

veed. Suurim on kalatoodang Kaug-Idas. Siin püütakse merest jõgedes kudemas käivaid lõhilasi (ketat ja küürlõhe) ja turska, heeringat, lesta, makrelit jt. kalu, rohkesti ka koorikulisi (krabisid).

Teisel kohal on toodangu poolest Kaspia meri, kus Volga, Kura, Uurali ja Emba jõe suudmed on kaladele heaks kudemiskohaks. Kaspia meri on üks kalarikkamaid veekogusid terves maailmas. Siin püütakse sterletit, tähnik-tuura, beluugat, voblat (kaspia särge), koha, säga jt. Kolmandal kohal on Barentsi meri, eesotsas Muurmani rannikuga, kus tähtsamateks kaladeks on tursk, heeringas ja meriahven. NSV Liidu kalatööstusel on omad laevatehased ja laevaremonttöökojad, mootorlaevad, traalerid, raadiojaamad, lennukid, konservitööstused, kalasuitsetamisahjud jne.

Kolmandaks on mered tähtsad mitmesuguste vees elutsevate imetajate küttimispaikadena. Kütitavate loomade hulka kuuluvad eeskätt vaalalised, hülged ja merihobused, ning Põhja-Jäämeres lisaks ka jääkaru. Tänapäeval on tähtsaimaks vaalapüügikohaks Lõuna-Jäämere veed.

NSV Liidu tähtsamateks hülgepüügikohtadeks on Valge meri ja Vaikse ookeani osad. Komandori saared on tuntud kotiku küttimispaigana. Vaalapüüki teostatakse Kamtšatka idarannikul, Ohhoota ja Jaapani meres ning Antarktika vetes. Meie vaalapüügilaevad ning küttimisviis vastavad uusima tehnika nõuetele.

Nii hülge- kui ka vaalapüügil kasutatakse lennukite ja raadio abi — loomade avastamiseks ja nende asukoha teatamiseks. Vaala tabatakse erilisest kahurist väljalastava harpuuniga, milles on laeng looma surmamiseks. Vaalapüügilaevad on ühtlasi vabrikuteks, kus loom tuleb otsekohe ümbertöötamisele ning kasutamisele peaaegu sajaprotsendiliselt.

Lõunamere saarte vetes püütakse meripura, mis kuivatatult trepangi nime all läheb toiduainena Hiinasse. Tseiloni

rannikul, Pärsia lahes, Punases meres, Kalifornia rannikul, Mehhiko lahes ja Vaikse ookeani troopilise osa saarestiku rannavetes püütakse pärleid. Pärlikarpide väljatoojate — sukeldujate elu on alalises hädaohus haide, saekalade ja tormide tõttu. Kuid saagi peavad nad andma ärimeestele odava tasu eest.

Vahemeres ning Florida poolsaare ja Bahama saarestiku rannikul püütakse meres käsnu. Parimad käsnad saadakse Egiptuse territoriaalvetest, kus neid tuukrite või alasti sukeldujate poolt 22—76 m sügavuselt päevavalgele tuuakse.

Vahemeres elutseb vääriskorall, kelle punasest telgtoesest valmistatakse ilu- ja ehteasju.

Paljudes rannikumeredes korjatakse kaljudelt austreid ja teisi söödavaid karpe.

Mered on ka soola hankimise kohtadeks. Soola saamiseks juhitakse merevesi seks otstarbeks kaevatud madalaisse basseinidesse, kus ta ära aurab, kuna sool järele jääb. Kaspia mere idaosas — Karabugasis leidub mirabiliiti.

Lõpuks ei saa jätta märkimata merehoovuste suurt mõju rannikumaade ja kaugemate alade kliimale. Kuna kliima esineb ühe majandustegurina, siis võib antud juhul kõnelda mere kaudsest mõjust majandusele. Eriti soodustatud olukorras oma kliima poolest on Golfi hoovuse tõttu Euroopa manner, eeskätt tema lääne- ja loodeosa.

6. Vene ja nõukogude teadlased maailmamere uurijaina.

Suured teened maailmamere uurimisel on vene ja nõukogude meresõitjail ja teadlastel. Esimene ümbermaailmareis venelaste poolt sooritati 1803.—1806. a. I. Krusensterni ja J. Lisjanski juhtimisel laevadel „Neva“ ja „Nadežda“, mille kestel läbiti Atlandi, Vaikne ja India ookean. 1806.—1811. a. teostas retke ümber maailma vene teadlane V. Golovnin, tuues

kaasa rohkesti ookeanide kohta käivat uurimismaterjali. F. Bellingshausen ja M. Lazarev oma ümbermaailmareisil 1819.—1821. a. laevadel „Vostok“ ja „Mirnõi“ avastasid Antarktika ja rea saari (nende seas Peeter I saar) ning näitasid, et Lõunanaba manner on kõigilt külgedelt ümbritsetud ookeanide veeväljaga. Lõpuks tuleb mainida admiral S. Makarovi juhtimisel 1886.—1889. a. sooritatud reisi ümber maailma, mille kestel juhiti erilist tähelepanu Vaikse ookeani füüsilis-keemilisele uurimisele.

Ületamatud teened on vene ja nõukogude teadlastel Põhja-Jäämere tundmaõppimisel. Esimene suurema ulatusega ekspeditsioon nimetatud eesmärgil teostati V. Beringi juhtimisel ning Laptevite, Tšeljuskini, Ovtsõni jt. osavõtul 1733.—1743. a. ja on tuntud suure Põhja-ekspeditsioonina. Selle kestel kaardistati Põhja-Jäämere Euraasia rannikut ja mereteed itta kuni Kolõma suudmeni üle 6000 km ulatuses. Samal ajal uuriti ka Vaikse ookeani koosseisu kuuluvat Beringi ja Ohhoota merd. 1741. a. avastasid V. Bering ja A. Tširikov Alaska, mis sai „Vene-Ameerika“ nimetuse. Samuti avastati ka Aleuudi ja Komandori saared.

1821.—1824. a. kaardistas leitnant F. Litke Novaja-Zemlja lääneranniku lõunast kuni Nassau neemeni ja P. Pahtussov 1832.—1834. a. sama saarestiku idarannikut.

1899.—1901. a. teostati admiral S. Makarovi juhtimisel Vene Arktika-ekspeditsioon, kus esmakordselt kasutati seks otstarbeks jäälõhkujat, milleks oli „Jermak“. Uurimise objektideks olid Teravmägede, Franz-Josephi ja Novaja Zemlja saarestikud.

Mainimist väärivad ka 1898.—1911. a. sooritatud hüdroloogilised ekspeditsioonid Põhja-Jäämeres.

1914.—1915. a. läbis hüdrograaf B. Vilkitski esimesena kirde-väila ida-lääne suunas jäälõhkujate „Vaigatši“ ja „Taimõriga“. Laevad alustasid koos oma teekonda Dežnevi neeme juurest augustis 1914. a. Talvitusid Taimõri poolsaare

ja Severnaja Zemlja saarestiku vahelises Vilkitski väinas ja jõudsid Arhangelskisse 16. septembril 1915. aastal. 28. juulil 1932. a. väljus Arhangelskist akadeemik O. Šmidti ja prof. V. Vise juhtimisel jäälõhkuja „Sibirjakov", et läbida kirde-väil ühe navigatsiooniperioodi kestel. 2 kuud ja 4 päeva hiljem, s. o. 1. oktoobril, jõudis laev Beringi merre, kust ta siirdus edasi Petropavlovskisse Kamtšatkas — olles täitnud temale pandud ülesande, jõuda talvitamata Valgest merest Vaiksesse ookeani.

1934. a. läbis jäälõhkuja „Litke" prof. V. Vise juhtimisel vahemaa Vladivostoki ja Murmanski vahel samuti ühe suve kestel. Laev väljus Vladivostokist 28. juunil ja saabus Murmanskisse 20. septembril, s. o. 84 päeva pärast teekonna algust.

1939. a. sooritas jäälõhkuja „Jossif Stalin" kapten M. Beloussovi juhtimisel esimesena edasi-tagasi-retke Murmanskist Providenija lahte (Tšuktši poolsaarel) ja sealt tagasi Murmanskisse ühe aastaga.

16. juulil 1937. a. lahkus Arhangelski sadamast jäälõhkuja „Sedov", et asuda 3—4 kuu pikkusele retkele. Oma teekonnal itta külmus laev aga jäässe ning asus 23. oktoobril koos jäälõhkujate „Sadko" ja „Malõginiga" talvituma 30 km lääne pool Uus-Siberi saarestikku. Siit hakkas neid ajujää triivima Põhja-Jäämere keskosa suunas. 1938. a. aprillis viisid lennukid osa „Sedovi" meeskonnast maale, nii et laevale jäi vaid 33 inimest. Sama aasta augustis vabastas jäälõhkuja „Jermak" laevad „Sadko" ja „Malõgini" jäävanglast, kuna vigastatud rooliga „Sedov", kes ei saanud järgneda „Jermakile", jäeti edasi triivima, kokku 15-liikmelise meeskonnaga, nende seas ka laeva kapten Badigin. Koos jääväljaga liikus „Sedov" aeglaselt põiki läbi Põhja-Jäämere Gröönimaa suunas, jõudes 29. aug. 1939. a. poolusele kõige lähemale — 86°39′5″ põhjalaiusele.

13. jaanuaril 1940. a. vabastati „Sedov" Gröönimaa põhja-

ranniku lähedal jäälõhkuja „Jossif Stalini" poolt pärast 26,5 kuud kestnud triivimist. Laeva meeskond tõi endaga kaasa suure väärtusega uurimismaterjali Põhja-Jäämere kohta.

Äsjakirjeldatud Põhja-Jäämere uurimistööde kõrval laevade abil omab suurt tähtsust ka triiviva polaarjaama „Põhjapooluse" tegevus.

21. mail 1937. a. paigutati nõukogude lennuki poolt põhjapooluse vahetusse lähedusse (89°26′ p.-l.) ujuvale jääpangale 4 uurijat I. Papanin (juhina), P. Širšov, E. Krenkel ja E. Fedorov, koos neile kuuluva varustusega, mida mõni päev hiljem täiendati veel 3 lennuki poolt. Jääpangale püstitati polaarjaam, kus 4 ülalnimetatud teadlast kohe tegevust alustasid. Hoovus kandis jääpanga Gröönimaa suunas. 19. veebruaril 1938. a. võeti uurijad pärast 9 kuud kestnud triivimist Gröönimaa lõunaranniku lähedal jäälõhkujale „Jermakile", kes nad Leningradi viis.

Olgu lõpuks veel mainitud 1937. aastal teostatud 2 transpolaarset lendu Moskvast USA-sse lennuvõimaluste uurimiseks üle Põhja-Jäämere NSV Liidust Ameerikasse.

Esimene neist sooritati V. Tškalovi juhtimisel, kes koos G. Baidukovi ja A. Beljakoviga tõusis Moskva aerodroomilt 18. juuni varahommikul ja maandus 63 tundi 25 minutit hiljem USA-s Portlandi lähedal, sõites vahemaandumiseta üle 10 000 km.

Teine lend sooritati ligi kuu aega hiljem M. Gromovi juhtimisel koos A. Jumaševi ja G. Daniliniga. Lendurid startisid Moskva lennuväljalt ning 62 tunni ja 17 minuti pärast toimus maandumine Vaikse ookeani rannikul, veidi lõuna pool Los Angeles'i linna. Oma lennutee pikkusega, mis ületab 10 200 km, püstitas M. Gromov maailmarekordi vahemaandumiseta lennu alal.

Põhjalike uurimiste tulemusena toimub Põhja-mereteel korralik navigatsioon juba alates 1933. aastast, mis omab suurt majanduslikku tähtsust. Esiteks moodustab ta lühima

tee NSV Liidu Euroopa-osast Kaug-Itta ja võimaldab Põhja-Siberi loodusvarade ekspluateerimist ning teiseks kulgeb ta kogu ulatuses Nõukogude Liidu vetes.

Musta mere hüdroloogilisest uurimisest on tähtsaim 1923.—1927. a. teostatud ekspeditsioon akadeemik J. Šokalski juhtimisel.

VI. Maastikulised vööndid.

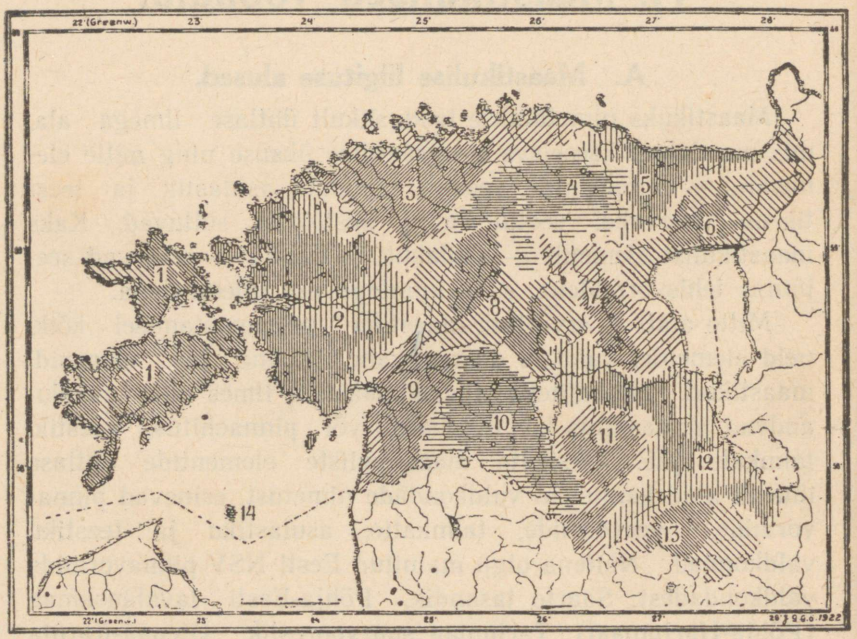
A. Maastikulise liigituse alused.

Maastikuks nimetatakse looduslikult ühtlase ilmega ala, mis moodustab iseseisva geograafilise üksuse ning mille elemendid — pinnaehitus, veestik, taimkate, asulastik ja teestik on omavahel seotud ning üksteisest sõltuvad. Kaks maastikulist elementi — asulastik ja teestik — esinevad seejuures tehisvormidena, s. o. inimtegevuse tulemustena.

Mitte alati ei arvestata maastiku iseloomustamisel kõiki neid elemente, vaid on olemas kahe, kolme jne. elemendi maastikud. Nii näiteks võivad maastiku ilmes olla mõõduandvad pinnaehitus ja taimkate, või pinnaehitus, veestik, taimkate jne. Üksikute maastikuliste elementide ühtlase ilmega alad kannavad valdkondade nimetust, esinevad pinnavormide, veevormide, taimkatte, asulastiku ja teestiku valdkonnad. Näitena olgu mainitud Eesti NSV pinnavormide valdkondadest: Saarte tasandik, Põhja-Eesti lavalauskmaa (Põhja-Harjumaal), Tartumaa suurvoorestik, Otepää-Karula kuplistik; taimkatte valdkondadest: Saarte ja Loode-Eesti loopealsete ja puisniitude valdkond, Alutaguse suurmetsade, -soode ja -rabade valdkond; asulastiku ja teestiku valdkondadest: Tallinna-Rapla tiheda teestiku ja sumbkülade valdkond, Alutaguse üksik-õuede, tänavkülade ja hõreda teestiku valdkond, Peipsiäärne tänavkülade valdkond jne. (joon. 72).

Maastik on tüübi mõiste; on olemas mitmesuguseid metsamaastikke, kõrbemaastikke, linnmaastikke, vooremaastik jne.

Üldistamise teel tuletatud maastikutüüpidele vastavad Maakera pinnal kindlad maa-alalised ühikud — paigastikud. Eesti NSV-s vastab paigastikuna vooremaastiku tüübile Põhja-Tartumaal esinev Vooremaa. Viimasele annavad üldilme piklikud, omavahel rööpselt ja üksteise järel reas kulgevad suurvoored, mis nende viljaka pinnase ja nõlvade väikese kallakuse



Joonis 72. Eesti NSV pinnavormide valdkonnad.

Tüüpilised alad on tihedamini viirutatud. 1 — Saarte tasandik; 2 — Lääne-Eesti tasandik; 3 — Põhja-Eesti lava-lauskmaa; 4 — Pandivere kõrgustik; 5 — Kirde-Eesti rannikulavamaa; 6 — Alutaguse tasandik väikeseljakutega; 7 — Põhja-Tartumaa suurvoorestik; 8 — Türi-Põltsamaa väikevoorestikud; 9 — Pärnu tasandik; 10 — Sakala kõrgustik ürgorgude ja voortega; 11 — Otepää-Karula kuplistik; 12 — Kagu-Eesti orustatud lavamaa; 13 — Haanja kõrgustik suurkuplitega; 14 — Ruhnu saar väikekühmadega.

tõttu on võetud põldude alla. Voortevahelistes niiskemates alades aga levivad niidud, karjamaad, sood, metsasalud ning pikad ja kitsad järved (Saadjärv jt.). Külad ja liiklemisteed kulgevad piki vooresid, asudes nõlva allosas — jalami lähedal. Rohke kultuurmaistu tõttu on Vooremaa asulastik ja teestik võrdlemisi tihe. Hoopis teistsuguse ilmega paigastikuna esineb Alutaguse. Siin levivad tasase ja väikese kallakuga pinnamoe tõttu ulatuslikud sood, rabad ja metsad, millede keskel kultuurmaistu esineb vaid väiksemate laikudena kõrgematel ja kuivematel kohtadel. Seetõttu on Alutaguses asulastik ning teestik hõre ja üksikõuede hulk suhteliselt suur. Mõlema esitatud paigastiku juures paistab meile silma omavaheline sõltuvus üksikute maastikuliste elementide vahel, nende seos ühtseks tervikuks.

Üksteise kõrval asuvad, olulisemate tunnuste poolest ühtlase ilmega maastikud liidetakse suuremateks üksusteks — maastikkude rühmadeks. Need omakorda, ühendatud samal põhimõttel, moodustavad veelgi suuremad üksused — maastikulised vööndid.

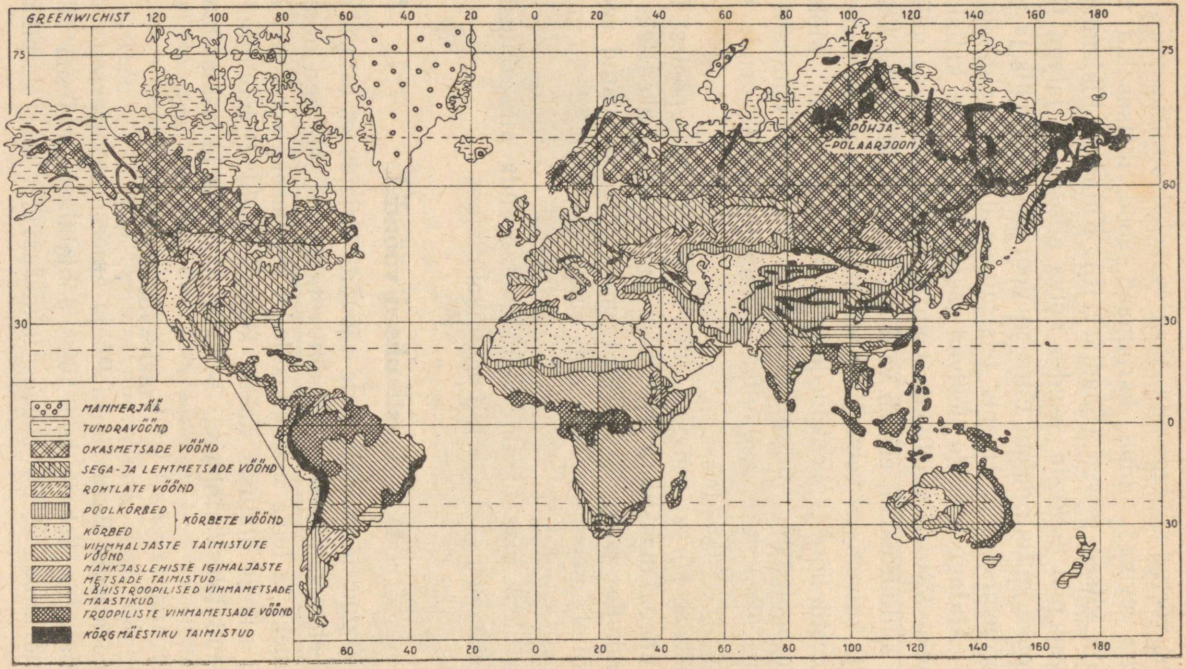
Iga üksik maastikuline vöönd võtab enda alla ulatusliku osa maismaast ja levib mitmes maailmajaos.

B. Maastikulised vööndid.

Alljärgnevas maastikuliste vööndite kirjelduses esineb olulisema elemendina kliimast sõltuv taimkate, mis aga inimese eluasemeks ja tema majanduslikuks tegevuseks soodsatel aladel on suures ulatuses kohati koguni täielikult hävitatud ja asendatud tehisvormidega — kultuurmaistu ja asulastikuga.

1. Tundravöönd.

Tundra levib Euraasia ja Põhja-Ameerika polaarsetes osades, ulatudes kohati kuni 60° põhjalaiuseni. Tema lähispolaarne kliima ei ole soodus taimekasvule: talv on pikk ja



Joonis 73. Maastikuliste vööndite kaart.

kare, suve soojema kuu kesktemperatuur ei ületa 10°, sademeid tuleb alla 30 cm aastas, lumikate on õhuke ega kaitse maapinda jahtumise eest. Läbi aasta on sagedased tugevad, kõledad tuuled, udud, madal pilvitus ja suvel peened külmad vihmad. Suuremate laiuste all kestab polaaröö mitu kuud (80° laiuse all 127 ööpäeva), kuid sama pikk[1] on ka madalal liikuva päikesega polaarpäev. Tundra aluspõhjaks on igikülmunud kirsmaa, mida kattev pinnas sulab suvel ainult 1,5 meetri sügavuseni, hoides kõrgel põhjavee taseme.

Tundra on taimeliikide poolest vaene. Siin puuduvad puud, neid leidub jändrikena ainult lõunaosas — metsatundras, ülemineku alal metsavööndile. Puude kasvu takistab kirsmaa, külm põhjavesi ning külmad ja kuivad tuuled, mis hävitavad pungi.

Tundravööndi põhjapoolseimas osas — arktilises tundras kasvab taimi ainult laiguti.

Sellele järgnevas sambla- ja samblikutundras valitsevad samblad tasastel niisketel aladel ja nõlvade allosas ning samblikud liivastel ja kuivematel kohtadel. Lisaks neile kasvab mitmesuguseid õistaimi: kõrreliste ja tarnaliike, murakaid, mustikaid, sinikaid, kukemarju, jõhvikaid, sookaile, kase ja paju kääbuspõõsaid jne. Selle tundraosa tähtsaim taim on laialt levinud põdrasammal (tegelikult samblik) — põhjapõtrade talvine toit.

Põõsastundras kasvavad vaevakase- ja pajupõõsad ning samblad, samblikud ja mitmesugused õistaimed — sageli poolpõõsastena.

Metsatundras vahelduvad metsalaigud tundraaladega. Siin

---

[1] Tegelikult on polaaröö polaarpäevast veidi pikem, nii kestab (ööpäevades):

	polaaröö	polaarpäev
70° laiuse all	65	134
80° „ „	60	127

kasvavad kased, kuused ja lehised on jändrikud. Nad saavutavad 3—8 m kõrguse ning moodustavad hõredaid puistuid. Kõige kaugemale põhja poole ulatub mets piki jõgede orgusid, kus kirsmaa on sügavamal. Metsatundras levib künklikke turbarabasid turbasamblaga.

Lühikese vegetatsiooniaja tõttu puuduvad tundras üheaastased taimed peaaegu täiesti. Enamik taimi on madalakasvulised, kääbuspõõsakeste laadi, mõned hoiduvad maa ligi (kus on soojem ja talvel lumi kaitseks), kuna rohttaimed kasvavad padjanditena ja mättakujuliselt. Mitmed taimed on igihaljaste lehtedega, mis võimaldavad kevadel kohest assimilatsiooni alustamist. Tundrataimestikul on kuivade alade taimkatte iseloom (kaitsevahendid liigse auramise vastu), sest pinnas oma vee madala temperatuuriga on füsioloogiliselt kuiv [1]. Tundras valitsevad turba- ja nõrgalt leetunud mullad (viimased eeskätt kuivadel liivastel ja savikas-liivastel aladel).

Loomadest elab tundras põhjapõder, polaarrebane, lumijänes, lemming, hunt, rabapüü, lapikakk, Põhja-Ameerikas ka muskusveis. Rannikul pesitseb tohutul hulgal veelinde („linnulaadad"), kes lendavad siia suveks. Lindudele pakuvad rikkalikku toidust suured kihulaste- ja sääseparved, mis on teistele elusolendeile nuhtluseks. Loomad on kohanenud tundrakliimaga ja omavad varjevärvust, vastavalt aastaaegadele.

Hõredalt asustatud tundra elanikkonna enamik on pinnavallaline ja hangib endale ülalpidamist põhjapõtrade kasvatamise, kalastamise ja küttimisega. Suvel elatakse telkides,

---

[1] Füsioloogiliseks kuivuseks nimetatakse nähtust, kus taim, hoolimata pinnases mõnikord üliküllus leiduvast veehulgast, saab viimast kasutada siiski vaid õige piiratud määral ja seda alljärgnevail põhjuseil: kas pinnas sisaldab liiga rikkalikult sooli (soolakud, soolakõrbed), leidub temas ülemäära huumushappeid (turbarabad) või on ta temperatuur liiga madal (tundrad ja polaarmaad üldse). Kõigil nimetatud juhtudel ei saa taimed ammutada endile maa seest küllaldaselt vett ja füüsiliselt niiske pinnas osutub füsioloogiliselt kuivaks.

talvel lumepankadest või kividest laotud onnides. Põhjapõdra kõrval on tundraelaniku tähtsamaks abiliseks koer.

NSV Liidus on inimene astunud otsustavasse võitlusse karmi tundraga. Ikka rohkem kasutatakse siin leiduvaid loodusvarasid (Koola poolsaarel, Petšora jõgikonnas jm.). Tundrasse on kerkinud linnu, vabrikuid, liiklemisteid. Kiiresti areneb põllumajandus põhja pool polaarjoont, kus kasvatatakse põllu- ja aiavilju ja rajatakse põhjapõtrade kasvatajate kolhoose.

2. Lume- ja jääkõrbed.

Lume- ja jääkõrbed laiuvad maismaa osas Põhja-Jäämere saartel ja Antarktika kontinendil, kus valitseb igikülm kliima. Ulatuslikud alad on siin kaetud mannerjääga, mis valgub merre, tekitades ujuvaid jäämägesid. Üksi Gröönimaa rannik annab neid aastas keskmiselt 7200. Suured lume- ja jäävabad alad kujutavad endast kiviseid, üksikute tundrataimestiku-laikudega lagendikke. Ka $^{7}/_{8}$ Põhja-Jäämerest ja Antarktikat ümbritsev rannikumeri on läbi aasta jääga kaetud. Neis vetes elutseb hülgeid, merihobuseid ja vaalalisi, keda kütitakse. Omapäraseks loomaks on Põhja-Jäämerele jääkaru ja Antarktika mandri rannikualadele pingviin.

3. Okasmetsade-vöönd.

Okasmetsade-vöönd levib põhjapoolse paraskliimavööndi jahedamas osas — Euraasias ja Põhja-Ameerikas. Ta katab siin ulatuslikku maa-ala, saavutades suurima laiuse Siberis ja tungides kaugele lõunasse piki Kordiljeeride ahelikke.

Okasmetsade-vööndi kliima on kontinentaalne — pika talvega, mil külmima kuu kesktemperatuur langeb kümneid kraade alla 0° (Verhojanskis miinus 50,5), ja lühikese suvega, mil juulikuu keskmine temperatuur võrdub 10—19°. Laialdane

on kirsmaa ulatus, eriti Kesk- ja Ida-Siberis, kus ta lõunapoolsetes osades levib laikudena, tungides väljapoole metsavööndi piire.

Euraasia okasmetsad ei ole puudeliikide poolest rikkad. Tähtsamateks puudeks on siin kuusk, mänd, nulg, lehis ja siberi seeder. Neist kuusk ja mänd valitsevad Euroopa-osas, kuna nulg, lehis ja siberi seeder jäävad eeskätt Aasia metsadesse. Okaspuudega segunevad kased, haavad ja lepad, mis paiguti moodustavad omaette metsi, näiteks endistel raiendikel ja põlendikel.

Männikud ja lehisemetsad on hõredad ning valgusrikkad, kuusikud ja nulumetsad aga tihedad ja hämarad, omades eemal inimasulaist ja liiklemisteedest raskestiläbitava ürgmetsa iseloomu. Tihedalt üksteise kõrval asuvate puude tüvede allosi katab sammal, mis polsterdab ka maapinda ja mahalangenud risu ning tuulemurdu. Tüvede koorele kinnituvad samblikud; nad ripuvad hallikasroheliste puuhabemetena alla ka okstelt. Ainult üksikud kidurad rohttaimed ja igihaljad poolpõõsad kasvavad hämaral metsaalusel. Need metsad on iseloomulikumad osad Siberi taigast (taigaks nimetatakse ka kogu okasmetsade-vööndit).

Põhja-Ameerika okasmetsad on puude liigiliselt koosseisult rikkamad Euraasia omadest. Osa siin esinevaist taimeliikidest ei kasva Euraasias üldse. Eriti kõrgetüvelised on metsad Vaikse ookeani rannikuvööndis: siin saavutab mammutipuu Sierra-Nevada mäestikus 150-m kõrguse, 16—20-m läbimõõdu ja kuni 6000-aastase eluea. Põhja-Ameerika metsade liikiderikkus on tingitud pinnaehitusest, mis võimaldas taimkattel tagasitõmbumist kvaternaaris pealetungiva mannerjää eest.

Ulatuslikud tasasemad alad okasmetsadest on soostunud, näiteks Lääne-Siberis jm.

Metsad vahelduvad soode, rabade ja luhtadega — viimaseid kohtame järvede kallastel ja suurvee ajal üleujutatud jõgede orgudes.

Okasmetsade mullastikuks on vähese viljakusega leetunud mullad, sügava leetkihi ja selle all asuva nõrgkihiga.

Loomadest olgu mainitud karu (Ameerika grisli), hunt, rebane, ilves, mäger, saarmas, põder, põhjapõder, orav, jänes jt. Haruldasteks oma kalli karusnaha tõttu on muutunud kobras ja soobel. Soobel elutseb NSV Liidu territooriumil veel Kaama ja Petšora jõgede ülemjooksul ning kohati Siberis ja Kaug-Idas. Loomi on tihedamalt metsaservades ja valgusrikastes paikades; sünged, poolpimedad metsaalused on loomastikult vaesed.

Inimene oma majandusliku tegevusega on avaldanud mõju ka okasmetsavööndi loodusele. Küttimise tõttu on arvuliselt kahanenud paljud loomaliigid ning vähenenud loomade üldarv. Metsa laastamise teel on loodud kultuurmaistut, eeskätt parema viljakusega pinnastel ning liiklemiseks sobivates paikades. Suuri edusamme on teinud majanduse areng NSV Liidu okasmetsade-vööndis. Endiste laante asemele — sageli ka nende keskele — on kerkinud külad ja linnad, mis omavahel on seotud teedevõrguga. Neis asulais töötavad tuhanded vabrikud ja tehased, milledest osa kasutab metsa toorainena, tootes sellest ehitus- ja küttepuitu, tselluloosi, puumassi, paberit, pappi, kunstsiidi, lõhkeainet, vineeri, mööbleid, tärpentiini, tõrva, tõkatit, äädikat, puupiiritust jm. Laialdased alad ürgmetsast on muutunud kasutus- ja kultuurmetsaks. NSV Liidus toimub metsade kasutamine, nende eest hoolitsemine ning uute metsade rajamine külvi ja istutamise teel kindla plaani kohaselt.

Metsaraide ja karjatamise teel muudab inimene metsas esineva taimkatte koosseisu. Kuid hoolimata inimkonna sajandeid kestnud tegevusest on veel tänapäevalgi sadu tuhandeid ruutkilomeetreid metsa, eriti vööndi põhjaosas — eemal asulaist ja liiklemisteedest, missugune osa on inimestele vähe tuntud ja täiesti kasutamata.

4. Sega- ja lehtmetsade-vöönd.

Sega- ja lehtmetsade-vöönd levib põhja-poolkera parasklimavööndi lõunapoolsemates osades, kus lehtpuude kasvuks jätkub küllaldaselt sademeid. Ta hõlmab endasse ulatuslikke alasid Lääne- ja Kesk-Euroopas (kust jätkub kiiluna Ida-Euroopasse), Kaukaasias, Amuurimaal, Koreas, Mandžuurias, Kirde-Hiinas, Põhja-Jaapanis ja USA idaosas, moodustamata ühtekuuluvat tervikut.

Kliima on sega- ja lehtmetsade levimisalas pehmem ja taimekasvule soodsam kui okasmetsade-vööndis: vähemalt nelja suvekuu kesktemperatuur tõuseb üle 10°, soojema kuu oma kõigub 13°—23° piirides, jaanuari keskmine temperatuur ei lange alla miinus 13° ja on Lääne-Euroopas koguni mõne kraadi võrra üle nullpunkti; suurem osa sademeist langeb soojal aastaajal.

Taimkattes on tooniandvad suvihaljad lehtpuud, mis paremat pinnastel ja kliimalt soodsamatel aladel asuvad valitseval kohal. Euroopa kontinentaalses idaosas on eesrinnas väikeselehelised liigid, nagu kask, haab, lepp, mujal — merelise kliimaga alades aga laialehelised: pöök, tamm, saar, jalakas, vaher, pärn jt. Eriti liikiderikkad on Ida-Aasia ja Põhja-Ameerika sega- ja lehtmetsad. Ida-Aasias kohtub parasvööndi taimkate lähistroopilise taimkattega, segunedes omavahel. Sellest tekib suur mitmekesidus ja sellepärast kasvavad siin männid, nulud ja siberi seedrid kõrvuti tamme, pärna, vahtra, jalaka ja pähklipuu liikidega ning korgipuu ja paljude teiste, Euroopas puuduvate lehtpuudega. Metsaaluses võsas kohtame valget amuuri sirelit, amuuri akaatsiat, mandžuuria sarapuud, kuslapuud, sõnajalgu ja muid taimi. Puude oksastikku põimuvad amuuri viinapuu ja mõningad teised liaanid, ka tüvel ja okstel kasvab epifüütidena sõnajalgu ja teisi taimi.

Kuigi ka Põhja-Ameerika idaosas on valitseval kohal pöögi- ja tammemetsad, ei ole siin metsad sarnaselt Euroopa oma-

dega esindatud eeskätt ühe puuliigiga, vaid nende puistute koostis on mitmekesine. Lisaks suuremale puuliikide arvule USA-s, võrreldes Euroopaga, kasvab Põhja-Ameerika idaosa metsades selliseid lehtpuid, mida Euroopa-osas ei leidu, nagu näiteks tulbipuu, pähklipuu, magnoolia. Liaanidest väärivad nimetamist viinapuuliigid.

Suvihaljad lehtmetsad on eeskätt tuulelembesed taimkattevormid, nende õitseaeg on enne lehistumist. Lehelangus sügisel tuleb auramise piiramisvajadusest talve-poolaastal, mil juurte abil vee saamine on takistatud või märksa raskendatud.

Sega- ja lehtmetsade-vööndis leidub ulatuslikke soid, rabu ja luhti.

Vööndi mullastik kuulub leetunud muldade hulka, kuid on savikam ja viljakam okasmetsade omast.

Sega- ja lehtmetsade loomastik on üldiselt vaene. Siin puuduvad suuremad imetajad; tähtsamateks loomadeks on metskitsed, väiksemad kiskjad ja närilised, ning kohati hirved, metssead ja kobras; Ameerikas veel — pesukaru, haisumäger, kukkurrott. Rikkalikum on loomastik Ida-Aasias, kus elutsevad tiigrid, leopardid, karud, ilvesed, sooblid, hirved, antiloobid, fasaanid, egiptuse iibis ja hulk teisi loomaliike.

Suvihaljastest metsadest on nüüdisajal säilinud ainult väike osa. Enamik metsi laastati sajandite kestel inimese poolt ja muudeti järk-järgult kasutus- ja kultuurmaistuks, võeti asulate, liiklemisteede jm. alla. Suvihaljaste metsade vööndis asuvad tänapäeval maailma tähtsaimad tööstuspiirkonnad (meil Leningradi Tööstusrajoon, Tööstuslik Keskrajoon). Suurtes tööstusrajoonides asetuvad asulad lähestikku üksteise kõrval, sajad vabrikukorstnad paiskavad õhku tohutuid tahmapilvi, maapinda katab tihe liiklemisteede võrk, kus katkestamata käib elav liiklemine. Suurlinnades kerkivad kõrgusse moodsad kivi- ja raudbetoonhiiglased — uppudes öösiti elektrivalgusse. Nendevahelistel tänavatel voorivad lõpmatud autoderivid. Kuivendatud soode, rabade, laastatud

põlismetsa asemel lokkavad põllud, kultuurheina- ja karjamaad, metsa kohtame vaid üksikute saludena. Sellised maastikupildid on sagedased NSV Liidu sega- ja lehtmetsade-vööndis, kus sotsialistliku ülesehitustöö tulemusena kasvasid endised tööstuskeskused, kuid tekkis juurde ka rida uusi tehaseid ja vabrikuid varem majanduslikult mahajäänud aladesse; küladest arenesid linnad, aga paljudest väikelinnadest üle saja tuhande elanikuga tööstusasulad.

5. Rohtlate-vöönd.

Rohtlad ehk stepid levivad paraskliimavööndi kontinentaalsetes alades, seal, kus aastane sademetehulk kõigub 300—550 mm piirides ning sademeterikkaimaks ajaks on kevad ja varasuvi. Soojema kuu kesktemperatuur ulatub siin 19,5°—24,5°-ni, talvel langeb ta aga tunduvalt alla 0°. Aastane keskmine õhuniiskus on väike — 56—67% ning auramine lahtiselt veepinnalt ületab tugevasti sademetehulga.

Rohtlaid leidub kõigis maailmajagudes (peale Antarktika), kus neid tuntakse mitmesuguste nimede all: NSV Liidus stepid, Ungaris pustad, Põhja-Ameerikas preeriad, Lõuna-Ameerikas pampad jne.

Pärisrohtlat iseloomustab puude puudumine, eeskätt väheste sademete ja lühikese vihmaperioodi tõttu, mille tulemuseks on põuane suvi. Metsa kasvab ainult jõe orgudes ja lohkudes, kus põhjavesi lähedal, ning männikuina liivikuil. Ainult metsastepis vahelduvad metsasalud rohtlalaikudega ka veelahkmeil. Metsastepp moodustab üleminekuala lehtmetsalt rohtlavööndisse. Ta on tekkinud metsa pealetungist stepile, mida võimaldab siinne sademetehulk.

Metsasteppi nimetatakse ka aasastepiks. Suhteliselt suurema niiskusehulga tõttu on siin rohtlataimestikus tooniandvad laiema lehelabaga kõrrelised (kastehein, aaskaer, lusted,

põhjapoolsed stipaliigid) ja kaheidulehelised. Rohked ja mitut värvi õied teevad aasastepi õitseajal kirevaks ja kauniks.

Lõuna pool asuv kuivem, puudeta pärisrohtla ehk stipastepp on liigiliselt koosseisult eelmisest vaesem. Siin valitsevad ahtalehelised stipa-[1], aruheina- ja haguheinaliigid. Kaheidulehelisi on vähem, eriti stepi lõunapoolses osas.

Neis paikades, kus sademete hulk langeb 200 mm-ni, järgnevad stiparohtlaile kuivstepid ehk poolkõrbed. Siin ei moodusta taimestik enam suletud katet, vaid 50% maapinnast on paljas. Kuivstepi taimedeks on eeskätt pujud, aruhein ja põõsasmalts, mis kasvavad üksikute puhmastena. Lohkudes, kus on soolasood või soolakud, kasvab soolakutaimi.

Niisugused on NSV Liidu stepid neis paikades, kus nad on veel säilinud looduslikus olekus.

Stepi maastikupilt vaheldub aastaaegadega. Esimestena võrsuvad kevadel sibul- ja mugultaimed. Neile järgnevad mitmesugused kõrrelised ja kaheidulehelised, ning juuni lõpus ja juuli alguses saavutab stepp oma täieliku õieehte võrratu värvikülluse. Varsti hakkavad paljud taimed kuivama, püsima jäävad auramise vastu enam kaitstud — pujud, astrid, piimalilled jt. Osa maapinnast paljastub, sealt tõstab tuul tolmu ja keerutab ülespoole. Sügiseks kõrbeb stepp veelgi enam — kaob viimane rohelus —, kuni kattub lumega.

Stepi taimed on kserofüütse iseloomuga: kitsa, sageli kokkurullunud või redutseerunud lehelabaga, ja kaetud karvakestega. Nad on püsikud, kasvavad murumätastena ja mõni neist laiub rohkem maa all kui maa pinnal, et ammutada oma hästiarenenud juurestikuga pinnasest rohkem vett. Kserofüütsus suureneb NSV Liidu steppides koos niiskuse vähenemisega lõuna ja kagu suunas.

Stepi pinnaks on huumuserikkad mustmullad, mis tekkisid

[1] Sulgrohi.

rohkete rohtlataimede kõdunemisel. NSV Liidu steppide põhjaosas ulatub sügava põhjaga mustmuldade paksus 1,5 meetrini, huumuse hulk rasvastes mustmuldades 16—20%-ni. Mullastiku paksus ja huumusesisaldus väheneb lõuna suunas, ning vastavalt sellele ka mullavärvus. Stiparohtla lõunaosas on juba kastanmullad ja kuivsteppides punapruunid mullad, milledes huumust ainult 2—3%.

Stepi loomastikus on silmapaistval kohal närilised, Euraasias näiteks bobakid, suslikud, hamstrid, hüpikhiired jt.

Suuremaist imetajaist esineb Aasias antiloope, metseesleid, USA looduskaitsealades piisoneid, ja Aafrika rohtlais hüääne, lõvisid, antiloope, sebrasid, jaanalinde jm.

Ulatuslikud stepimassiivid on kaotanud oma ürgse iseloomu ja muutunud maailma tähtsaimaks põllumajanduslikeks tootmisaladeks. Kümneid ja sadu tuhandeid hektaare võtavad NSV Liidu Euroopa-osa lõunas, Põhja-Kaukaasias ja Lääne-Siberis endi alla nisu-, maisi- ja muu teravilja väljad või tehnilised kultuurid (päevalill, suhkrupeet, kanep, lina). Siin mürisevad külvi- ja lõikuseajal traktorid: kündes, vedades külvimasinat või kombaini. Alam-Volgamaal, Kasahhi ja Kesk-Aasia steppides uitavad suured lamba- ja veisekarjad, valvatud ratsakarjustest ja koertest. Tsaarivalitsuse ajal sageli esineva talvise toidupuuduse ja näljasurma vastu on kari nüüd kindlustatud talveks varutud heinatagavaradega, mitmesuguste taudide vastu — veterinaarabiga. Stepp on muutunud tähtsaks teguriks inimkonna toitmisel, tema viljasalveks ja lihanõuks.

Suurimaks ja enneolematuks ürituseks inimkonna ajaloos on NSV Liidu Ministrite Nõukogu ja ÜK(b)P Keskkomitee poolt 20. okt. 1948. a. vastuvõetud otsus, mis sisaldab plaani põua vastu võitlemiseks ning kõrgete ja püsivate saakide kindlustamiseks NSV Liidu Euroopa-osa steppides ja metsasteppides. See plaan tuleb teostada 15 aasta (1950—1965) kestel ja näeb ette riiklike kaitse-metsavööndite ning kolhooside

ja sovhooside põllukaitse-metsaribade istutamise, liiva-alade kinnistamise ja metsastamise, põidheina-külvikorra kehtimapaneku kõikides põllumajanduslikes majandites, tiikide ja veehoidlate rajamise kolhooside ja sovhooside põldudele — kokku 120 milj. hektaarilisel maa-alal NSV Liidu Euroopaosa lõunas, mis seni kõige rohkem on põua all kannatanud. Riiklikke kaitse-metsavööndeid tuleb üldse 8 — kogupikkusega 5320 km. Neli neist kulgeb piki jõgesid (Uuralit, Volgat, Doni ja Donetsi), ülejäänud neli rajatakse jõgedevahelistele tasandikkudele ja veelahkmetele. Kolhooside ja sovhooside põllukaitse-metsaribad istutatakse ümber põllulappide, uuristusorgude ja veekogude, ning nende alla tulev pindala võrdub 5 709 000 hektaarile. Nii riiklikes kui ka kolhooside ja sovhooside metsaistandikes saab valitsevaks puuks tamm, lisaks peab põllukaitse-metsaribade puiestik sisaldama 10—15% viljapuid ja marjapõõsaid.

Juba 1948.—1955. a. kinnistatakse ja metsastatakse 332 000 ha liiva-alasid ning rajatakse kolhooside ja sovhooside põldudele 44 228 tiiki ja veehoidlat.

Kogu selle hiiglasliku töö teostamiseks asutatakse lisaks olemasolevaile veel 15 000 uut puukooli, rakendatakse tegevusse traktorite ja teiste vajalike masinatega varustatud metsakaitsejaamad (üksi ajavahemikus 1949.—1951. a. 570 jaama 22 000 traktori ja 5000 erimasinaga), valmistatakse ette juhtivad kaadrid erikursustel jne. Põldheina-viljavahetussüsteem näeb ette mulla teralise struktuuri taastamiseks põldheina ja liblikõieliste kaheaastase kultuuri sissevõtmise külvikorda. Nende ürituste teostamine tähistab nõukogude inimeste, nõukogude teaduse suurt võitu looduse üle, näitab sotsialistliku ühiskonnakorra üleolekut kodanlikust ühiskonnakorrast.

Kõige ilmekamaks näiteks selle kohta on USA, kus kapitalistlikust tootmisviisist tingitud röövmajanduse tõttu on kümned miljonid hektaarid mustmulla-alast muutunud täiesti

viljatuks ja mahajäetuks ning kümneid miljoneid hektaare ähvardab sama oht. Seejuures ei suudeta seal kehtiva ühiskonnakorra tõttu nimetatud hädaohu vältimiseks midagi ette võtta.

6. Kõrbete-vöönd.

Kõrbed levivad kuiva kliima vööndis, kus suur kuivus on tingitud lähistroopilistest kõrgrõhkkondadest, passaattuultest, meremõju takistavaist ääremägedest ja külmadest merehoovustest.

Suuremad kõrbed asuvad põhja-poolkeral Vana-Maailmas. Nad algavad läänes Sahara kõrbega ja jätkuvad Araabia Ees- ja Kesk-Aasia kõrbete näol pideva vööndina itta, lõppedes Gobi kõrbega. Üksi Sahara pindala võrdub 9 milj. km². Põhja-Ameerikas levivad kõrbealad Suures nõos ja Mehhiko kiltmaal.

Lõuna-poolkeral on suuremad kõrbed Austraalia kesk- ja lääneosas, mis võtavad endi alla ligi 3/4 kogu selle mandri pindalast. Lõuna-Aafrikas laiuvad Namibi ja Kalahari kõrb ja Lõuna-Ameerikas Atakama kõrb.

Sademete keskmine hulk ei tõuse kõrbetes üle 250 mm aastas, ulatudes paiguti vaid mõnekümne millimeetrini (Kairos 30 mm). Puuduvad kindlad sajuperioodid ja on kohti, kus ei lange sademeid mitme aasta kestel.

Õhuniiskus kõrbetes on ainult 40—50%, langedes sageli alla 20%. Harukordselt võib ta olla koguni 0%. Sellise kuivuse käes lõhkevad huuled ja küüned.

Pilvitu taeva tõttu on kõrbetes päeval päikese kiiritus tugev, mis tõstab kõrgele kivimite ja õhu temperatuuri; öösel aga jahtuvad maapind ja õhk tugevasti soojuse kiirgamise tõttu maailmaruumi. Ulatuslik temperatuuri kõikumine ööpäeva ja aasta kestel soodustab mehaanilist murenemist. Saharas näitab kraadiklaas öösel 5—7° külma ja päeval kuni

55° sooja, kuna liiva temperatuur samal ajal võib tõusta ligi 75° üle nulli. Meie Kesk-Aasia kõrbetes on õhu temperatuuri absoluutne maksimum ligi 50°, pinnase oma 70°. Talvel langeb õhu temperatuur põhjaosas kuni —33°-ni.

Temperatuuri kõikumiste ja sellest tingitud õhurõhu vahede tõttu valitsevad kõrbetes päeval sagedad ja tugevad tuuled, koguni liivatormid, mis kannavad peenemat liiva ühest kohast teise. Omapäraseks nähtuseks on kõrbes õhupeegeldus ehk terendus (fata morgana) — kaugete nähtamatute asjade, linnade ja külade pildid õhus. On olemas liiva-, savi- ja kaljukõrbeid. Esimesi neist kohtame Saharas, Kesk-Aasias (Kara-Kum, Kõzõl-Kum jt.), Austraalias ja mujal. Taimkattega kinnistatud liiva kõrval leidub neis laialdasi tuiskliiva-alasid luidetega, mis Saharas on kuni 200 m kõrged.

Savikõrbetena tunneme Ust-Urti ja Näljasteppi NSV Liidu Kesk-Aasia osas. Taimkatet näeme neis kevaditi pärast vihma. Suvel praguneb kuiv maapind.

Kaljukõrbed võtavad endi alla suurema osa Saharast. Siin katab maapinda peenem või jämedam kivirusu.

Kõrbe taimestik on kohanenud kliimaga. Taimede juured tungivad kuni 30 m sügavuseni maasse — põhjaveeni, või laiuvad horisontaalselt maapinna lähedal.

Taimede lehed on väikesed, kuivad, kaetud karvakeste, vahakorraga või moondunud asteldeks või redutseerunud. Esineb terve rida sukulentseid taimi (kaktused, piimalilled), mis koguvad endisse vett varuks. Rohkesti on kõrbetes sibul-, mugul- ja üheaastasi taimi, mille vegetatsiooniaeg kestab ainult mõned nädalad. Rikkalik on taimestik oaasides, mis asuvad lohkudes, kus põhjavesi on lähedal või tungib maapinnale, ja jõgede kallastel. Tähtsaim taim on siin datlipalm, levikuga Atlandi ookeanist Lõuna-Iraanini. Meie Kesk-Aasia kõrbetes on mainimisväärt saksaul — kui liiva kinnistaja ja küttepuu.

Kõrbe loomastikku kuuluvad antiloobid, hüäänid, šaakalid,

hüpikhiired, maod, sisalikud, ämblikud, skorpionid jt. Liiklemisel on asendamatu kaamel.

Ainult oaasides asub pinnapaigaline rahvastik, elades lampkatusega savionnnides, tegeldes aianduse, põllunduse ja karjandusega ning pidades võitlust pealetungiva tuiskliivaga. Kõrbete avaruses rändavad pinnavallalised rahvad, kes elavad telkides ja liiguvad oma kitsede, lammaste, hobuste ja kaamelitega ühelt söödamaalt teisele.

Kuid inimene on hakanud kõrbetelt vallutama seni puutumatuid alasid kultuurmaistuks. On puuritud arteesiakaeve, ehitatud jõgedele paise ja kaevatud kanaleid (Fergana kanal) kunstlikuks niisutamiseks. Nõukogude Liidus on kunstliku niisutamise teel vallutatud kuivsteppidelt ja kõrbeilt sadu tuhandeid hektaare viljankandvat maad — eriti Kesk-Aasias ja Taga-Kaukaasias. Selle tulemusena on Kesk-Aasia liiduvabariigid muutunud meie puuvillabaasiks. Keset Kara-Kumi kõrbe tuiskliiva on rajatud väävlivabrik. Võitlus karmi loodusega jätkub: neljanda stalinliku viisaastaku plaan näeb eespoolnimetatud alades ette rea uute niisutuskanalite rajamise, seoses elektrijõujaamade püstitamisega.

7. Troopiliste vihmametsade vöönd.

Troopilised vihmametsad kasvavad seal, kus niiskust ja soojust leidub külluses — troopilise vihmakliima valdkonnas. Neis paikades on sademeid üle 200 cm, jagunedes aasta kestel enam-vähem ühtlaselt; väga suur relatiivne niiskus näitab kuni 90%; temperatuur kõigub tavaliselt 25°—30° piirides; kõige soojema ja kõige jahedama kuu keskmiste temperatuuride vahe on ainult 1°—6°, maksimaalsed temperatuurid ulatuvad harva üle 35°—36°. Ühtlaselt kuum, niiskusest küllastatud, peaaegu vaheldusteta rammestav on nende paikade kliima.

Troopilised vihmametsad levivad ekvaatori lähistel, ula-

tumata üle palavvööndi piiride. Aafrikas on nad — Kongo nõos, Suurte-Järvede alas, Madagaskari idarannikul; Aasias — Himaalaja lõunajalamil (džunglid), Malaka poolsaare lõunaosas, Malai saarestikus; Kesk-Ameerikas — idapoolseil rannikualadel; Lõuna-Ameerikas — Amazonase madalikul (selvad), Guajaanas; Austraalias — laikudena mandril, Uus-Guineal ja teistel Ookeaania saartel.

Troopilise vihmametsa puuvõrade ülemine piirjoon ei ole tasane, vaid tugevasti hambuline. Selle rahutu profiili annavad siin kasvavad erineva pikkusega puud. Silmapaistev on lehestiku kirev värvus — rohelised, pruunid, punakad, kollased jt. toonid vahelduvad omavahel. Metsas liikudes üllatab meid puude, põõsaste ja rohttaimede suur liikiderikkus. Harva kohtame kahte või enamat samasse liiki kuuluvat suuremat taime üksteise lähedal.

Puud kasvavad troopilises vihmametsas 4—5 rindes. Suuremad neist kerkivad 70 m kõrgusele, omades võimsa, sirge ja sileda tüve, mis ladvas kannab väheharunenud võra. Lehed on igihaljad, suured, sileda ja läikiva pinnaga, mis hästi peegeldab päikesekiiri ega märgu sademeist. Maapinnal toetab puuhiiglast tüvest väljuv vaheseintetaoline planktoestik. Nende puude all ja vahel kasvavad teised, mitmesuguse pikkusega lühemad puud, moodustades kohati läbipääsematu tihniku.

Mööda tüvesid ja oksi ronivad üles valguse poole liaanid, viskuvad ühelt puult teisele, või ripuvad alla lehe- ja õierikaste kobaratena, segunedes teiste taimede õhujuurtega. Mõnikord tuleb sellises rägastikus rajada teed kirve või võsanoa abil. Liaanide hulka kuuluvad näiteks vanill, filodender, hulk pipra-, kummipuu-, ja palmiliike. Viimastest saavutab rotangpalm ehk hispaania roog kuni 300 meetri pikkuse.

Puude tüvedel ja okstel kasvavad epifüüdid, neist mõned parasiitse eluviisiga. Epifüüte on igas kõrguses. Ülemised

on kohanenud kuivema asukohaga, kuna madalamal kasvavad armastavad niiskust, mida on ülekülluses troopilise vihmametsa alumistes rinnetes. Rohkesti leidub epifüütide seas sõnajalgu ja käpalisi. Puude lehtedel kasvavad epifüllid — eeskätt samblad ja vetikad.

Troopilise vihmametsa alune on täis kõdunenud tüvesid, oksi, lehti, vilju. Võsarinne sulab ühte alumise metsarindega; nõrgalt harunenud põõsad omavad suuri ja õrnu lehti. Rohttaimestik on kaunis mitmekesine, kuid vähem vahelduv kui puistu. Paiguti ulatub rohurinne üle inimese pea. Silmapaistval kohal on siin sõnajalad ja kollad, kõrreliste liike leidub vähe.

Laialdased alad troopilistes vihmametsades on soostunud. Amatsoonia metsadest jääb tunduv osa ligi kolmveerand aastat suurvee alla. Neis madalates, ebatervislikes kohtades kasvavad kautšukipuud.

Troopilised vihmametsad on igihaljad. Lehed vahetuvad puudel osakaupa, okste või oksastike viisi, olenemata aastaaegadest. Ka õitsemine neis metsades kestab vahetpidamata, kusjuures üksikud taimeliigid, sageli sama liigi indiviidid, õitsevad eri aegadel. Nii võib juhtuda, et mõnel taimel ühed oksad kannavad valminud vilja, teised õisi.

Eriliseks nähtuseks on neis metsades kaulifloorsus ehk tüveõiesus, s. o. õite tekkimine otse tüvele. Tuntuimad tüveõiesusega taimed on kakaopuu, leivapuu, mitmed kummipuuliigid.

Tugevate tuulte ja lainetuse eest kaitstud, loetele avatud troopilistel lauskrannikutel kasvavad sageli mangroovvõsastikud. Need koosnevad igihaljastest põõsastest, põõsaspuudest ja väiksematest puudest. Tõusuajal ulatuvad merepoolseil taimedel ainult võrad üle veepinna, kuna mõõnaajal näeme nende kuhikutaoliselt laiuvaid tugijuuri, millede abil taim kinnitub pehmesse, soolasesse kaldamutta. Hapniku vähesuse tõttu pinnases omab osa taimi aluspinnast välja-

ulatuvaid hingamisjuuri. Mõnel liigil idaneb seeme viljas juba emataimel olles, kust noor taim hiljem langeb otsapidi mutta, et seal oma kasvamist jätkata.

Troopiliste vihmametsade loomastik on liikidelt rikas. Aafrikas ja Aasias elavad neis metsades elevandid, pühvlid, ninasarvikud, metssead, leopardid, Indias veel tiiger, taapir — keda leidub ka Amatsoonias koos jaaguari, puuma, sipelgakaru ja laiskloomaga. Kõikjal kohtame ahve, neist gorillat ja šimpansi Aafrikas ja orangutani Malais. Arvukast lindudeperest paistavad silma paabulind (Indias), papagoilised ja koolibrid (Amatsoonias). Maapinnal roomavad mürgised ja mürgita hiigelmaod: kobra, boa, püüton jt. Selgrootuist on rohkesti mardikaid ja liblikaid — viimastest hiigeleksemplare. Jõgedes elutsevad jõehobud ja krokodillid. Troopilised vihmametsad ei ole sobivad inimese asukohaks. Alatine kuumus ja niiskus neis mõjub (eriti valge inimese) tervisele laastavalt. Raske on liiklemine ürgmetsas, sageli jäävad ainsaiks liiklemisteedeks jõed. Suurt pingutust nõuab ka võitlus kultuurmaistule pealetungiva metsaga, kuna puud kasvavad siin väga kiiresti. Seepärast on troopilised vihmametsad vähe asustatud. Peamise tähtsusega on siin äärealadele asustatud kookospalmi-, kakao-, kummipuu- jt. istandikud, kus halastamatult ekspluateeritakse värviliste rahvaste tööjõudu.

8. Lähistroopiliste vihmametsade maastikud.

Lähistroopilised vihmametsad levivad lähistroopilises suvevihmade valdkonnas, kus temperatuur on veidi madalam kui troopiliste vihmametsade vööndis, ning sademed, mille hulk kõigub 1000—2500 mm piirides, langevad enamikus suvepoolaastal. Nendeks aladeks on Taga-Kaukaasia lääneosa, Kagu-Hiina, Kesk- ja Lõuna-Jaapan, Põhja- ja Kagu-Austraalia, Uus-Meremaa, Florida poolsaar, Kagu-Brasiilia jt.

Neis metsades kasvavad igihaljad leht- ja okaspuud ning põõsad, millede seas mõnes paigas, näiteks Ida-Aasias ja Taga-Kaukaasias esineb suvehaljaid liike. Kaukaasias kasvavad igihaljad taimed madalamas metsa- ja põõsasrindes ning liaanidena. Igihaljaste puude ja põõsaste lehed on helerohelised, nahkjad, ovaalse kujuga, karvadeta ja läikivad ning asetatud paralleelselt päikesekiirte suhtes. Nende lehtede sarnasuse tõttu loorberilehega nimetatakse lähistroopilisi vihmametsi ka loorberipuistuteks.

Oma väliskujult ja taimkasvu lopsakuselt sarnanevad need puistud tunduvalt troopiliste vihmametsadega, kuid õitsemine ja vilja valmimine on sesooniline, nagu parasvööndi metsades. Mitmesuguse pikkusega üksteise lähedal kasvavate võimsate puude võrad sulavad ülal ühte tihedaks lehekatuseks, mille varjus lokkab sageli raskestiläbitav, põõsastest ja noortest puudest koosnev võsa. Mööda tüvesid või oksi ronivad või väänduvad üles valguse poole liaanid ning võra oksastikus märkame epifüüte. Kuid loorberipuistud on puude liikide suhtes vaesemad troopilistest vihmametsadest, vähem esineb neis ka epifüüte ja puitunud liaane, haruldaseks on muutunud kaulifloorsus ning tüve maapinnal toetav planktoestik peaaegu puudub.

Iseloomulikemaiks puudeks ja põõsasteks on lähis-troopilistes vihmametsades loorberid, araukaarid, mõned palmiliigid, saago-, kampri- ja elupuud, magnooliad, kameeliad jt. Florida poolsaare soistel aladel kasvab maapinnast üleskerkivate hingamisjuurtega sooküpress. Võsastikus on sagedad rododendronid ja loorberikirsipuud. Rohkesti kasvab metsa all puutaolisi sõnajalgu, mis kohati, näiteks Uus-Meremaal, moodustavad omaette metsi. Sõnajalad kõrvuti sammaldega on tähtsal kohal ka epifüütide seas.

Lähistroopiliste vihmametsade loomastik on liikide ja isendite poolest vaesem troopiliste vihmametsade omast. Aasia mandriosas leidub tiigreid, Jaapanis ahve ning kõikjal

kohtame roomajaid, kahepaikseid ja mitut liiki linde (Uus-Meremaal kanasuurune tiibadeta kiivi).

Ulatuslikud alad lähistroopika vihmametsadest on muudetud tihedalt asustatud kultuurmaistuks, kus ühel ruutkilomeetril elab paiguti sadu inimesi.

Taga-Kaukaasia lääneosa istandikes ja aedades kasvavad tsitrustaimed, õlipuud, viigipuud, teepõõsad, mooruspuud, viinapuud, tubakas; siin kohtame eukalüpte, mitut liiki palme, bambust ning teisi troopilisi ja lähistroopilisi taimi. Tuhanded hektaarid ebatervislikest Kolhise soodest on seteterikka Rioni veega üleujutamise abil muudetud kõrgeväärtuslikuks põllumajanduslikuks maaks.

Tihe on kultuurmaistu ja asulastik Hiina ja Jaapani viljakamates alades — rannikumadalikel, jõeorgudes. Väikestel, $^1/_2$ kuni paari ha suurustel maalapikestel kasvatatakse riisi, nisu, otra, õlitaimi, puuvilla, teepõõsast, suhkruroogu, magunaid, mooruspuid ja teisi kultuurtaimi. Põldu haritakse suure hoolega — niisutatakse ja väetatakse. Sageli kasvab ühel maalapil kõrvuti mitu kultuuri, saadakse sellelt aasta kestel 2—3 lõikust. Suure rahvastikutiheduse tõttu elab Lõuna-Hiinas osa rahvastikust alaliselt parvedel, moodustades ujuvaid asulaid. Laasmaistud levivad mägedes ja teistes põllunduseks vähemsoodsates alades, millede ülesharimine käib kehval hiina ja jaapani üksiktalupojal üle jõu.

Brasiilias levivad lähistroopiliste vihmametsade maastikus laialdased kohvi-istandikud tuhandete üksteise järel rivistatud kohvipuudega.

Florida poolsaar on saanud USA tähtsamaks aiandusalaks, mis võistleb Kaliforniaga ja on tuntuimaks kuurortide keskuseks. Ainult poolsaare lõunapoolses osas laiuvad sood omapärase sooküpressiga ja mangroovtaimistuga rannas.

9. Nahkjaslehiste igihaljaste taimistute maastikud.

Nahkjaslehiste igihaljaste taimistute maastikud levivad kuiva ja kuuma suve ning sooja sademeterikka talvega lähistroopilistel aladel: Vahemere ümbruses, Krimmi lõunarannikul, Kapimaal Lõuna-Aafrikas, Kalifornias Põhja-Ameerikas, Tšiilis Lõuna-Ameerikas, ja Edela- ning Kagu-Austraalias. Neis paikades on soojema kuu kesktemperatuur 22°—28°, külmima kuu oma kõigub 2°—12° piirides ning sademete hulk on 50—100 cm aastas.

Nahkjaslehiste igihaljaste taimistute tüüpilisemaks esindajaks on Vahemeremail makja — eeskätt poolpõõsastest ja põõsastest koosnev võsastik üksikute puude ja puudesaludega.

Makja esineb mitmesugusel kujul, sõltudes mullastikust, kliimast ja inimese majanduslikust tegevusest. Paremate pinnastel kasvavad taimed 1,5—4 m kõrguse tiheda võsana, kust üksikud puud kerkivad 8—11 m kõrgusele. Siin kohtame mirte, loorbereid, õlipuid ja oja- ning jõekallastel oleandreid. Teisal on taimkate hõredam ja kasvult madalam — püsides 1 m piirides; näsiniin ja rosmariin on neis kohtades sagedad, kuna teistest üle ulatuvad põõsakujuline tamm ja kääbuspalm. Paiguti koosneb makja tihedakarvalistest tugevasti lõhnavaist taimedest (salvei, lavendel jt.), väikese viljakusega pinnastel aga kasvab ogade ja asteldega varustatud poolpõõsaid, millede vahel kevadel õitseb sibul- ja mugultaimi.

Osalt levivad makjad endiste, inimeste poolt aastatuhandete kestel laastatud metsade asemel. Tänapäevaks on metsa säilinud vähe. Tähtsamateks puudeks neis metsades on tammed (mõned igihaljad, näiteks korgitamm), kastanid, plataanid, männid, piiniad, seedrid (Atlase, Liibanoni ja Tauruse mägedes) ja küpressid.

Kapimaa, Kalifornia ja Tšiili nahkjaslehised taimistud sarnanevad väliselt Vahemere-äärsete taimistutega. Erine-

vad teistest on Austraalia omad, kus esikohal on valguserikkad eukalüptusemetsad 60—70 m kõrguste puude ning akaatsiaist ja teistest taimedest koosneva lopsaka võsarindega. Omapäraseks nähtuseks on läbipääsematud okastihnikud s k r u b i d Austraalia kuivades siseosades. Neis kasvavad eukalüptid ja akaatsiad on niiskuse puudusel kängunud ega tõuse üle 2 meetri kõrguse.

Kuuma ja kuiva suve tõttu on nahkjaslehised taimistud kserofüütse iseloomuga. Nende igihaljad lehed on väikesed, tuhmid, kaetud paksu naha, vahakorra või tiheda karvkattega. Mõnel liigil on lehed redutseerunud või moondunud osaliselt asteldeks. Juured tungivad sügavale maasse, et olla lähemal põhjaveele.

Taimede elutegevus algab sügisel vihmade tulekuga, muutub talvel aeglasemaks ning on kõige intensiivsem kevadel. Kevad osutub siin kaunimaks aastaajaks: siis kirendab makja kollastest ja teistes värvides õitest, oleandrisalusid kaunistavad roosad ja valged õiekobarad ning kõikjal märkame värsket rohelust. Suvel on loodus hall ja tolmunud; osa rohttaimedest närbub, paljastades maapinda.

Nahkjaslehise taimistu maastikud on loomastikult vaesed. Aafrikas ulatuvad rohtlaist siia lõvid, hüäänid, šaakalid, Korsika ja Sardiinia saarel elab mägilammas, ning sügiseti peatuvad Vahemeremail suured rändlindude parved — läbilennul või talvituma jäädes.

Inimene oma sajandeid kestnud tegevusega on tugevasti mõjustanud nende maastikkude loodust. Metsade plaanitu hävitamise tagajärjel eramajanduse huvides on nõlvakuilt alla uhutud lahtine pinnas, mis takistab taimkatte uuenemist, ning on muutunud sagedamaks maalihked ja maaroomad.

Inimene on kodustanud siin võõrsilt sisse toodud taimi: eukalüpti, agaavi, kaktuse, virsiku, mooruspuu, tsitrusviljad (apelsini- ja sidrunipuu) ja lõunapoolsetes osades datlipalmi. Ulatuslikel aladel kohtame viinamägesid, viljapuuaedu ja õli-

puusalusid — sageli mäenõlvakuile ehitatud astmeil. Kultuurmaistut läbib niisutuskanalite võrk.

Tumesinine meri, pilvitu sügavsinine taevas kõrvetava päikesega, kauguses virvendav vaatepiir — valged majad keset aedade rohelust rannikul ning ümberuitavate kitse- ja lambakarjadega hallroheline tolmune makja või üksikute kuivade poolpõõsaste ja jändrike õlipuudega kivine lagendik sisemaal — selline on Vahemeremaade pilt suvel.

10. Vihmhaljaste taimistute vöönd.

Vihmhaljaste taimistute vöönd levib troopilistes kontinentaal- ja mussoonkliima valdkondades. Neid alasid iseloomustab vihmase ja kuiva aastaaja vaheldumine. Vegetatsiooniperioodiks on taimedel vihmane aastaaeg, kuna kuival aastaajal elutegevus seisab. Kaitseks auramise vastu heidavad puud endilt lehed ja rohttaimed närbuvad.

Vihmhaljaste taimistute iseloom oleneb temperatuurist, sademete hulgast ja kuivusperioodi kestusest.

Ees- ja Taga-India osades, Jaava saare idapoolmikul ja mõnel väiksemal saarel, kus aastane sademetehulk on umbes 1500 mm ja temperatuuri kõikumine äärmiste kuude keskmiste vahel 8° piirides, — kasvavad mussoonmetsad. Nad on troopilistest vihmametsadest hõredamad, liigivaesemad, neis leidub vähe liaane ja epifüüte, kuid nad on seevastu valgusrikkamad ning tiheda ja lopsaka võsarindega. Valitsevaks puuks on 20—25 m kõrgune tekapuu, mis annab parimat laevaehituse materjali.

Kus sademeid langeb ainult 900—1500 mm aastas, soojema ja külmema kuu kesktemperatuuride vahe on kuni 14° ja kuivusperioodi kestus 4—6 kuud, seal levivad savannmetsad ja savannid, neist viimased kuivematel aladel.

Savannmetsi kohtame Ida-Aafrikas, Austraalias ja Lõuna-Ameerikas. Oma puude hõreda asetuse tõttu sarnanevad

need taimistud viljapuuaedadega. Puistus valitsevad liblikõielised. Kserofüütseist põõsaist võsarinne on vähe arenenud. Valguse rohkuse tõttu lokkab vihmasel aastaajal metsaalusel lopsakas rohurinne. Brasiilia katingades kasvavad suured kaktused, milledest üks liik kasvab 10—15 m kõrgeks.

Savannid levivad Aafrikas, Ees-Indias, Lõuna-Ameerikas ja Austraalias. Orinoko jõgikonnas kannavad nad liaanode ja Brasiilias kampode nimetust.

Savannides valitseb rohurinne — puhmadena kasvavate kõrrelistega esikohal. Madalamates, niiskemates paikades ulatub rohu kõrgus üle 3 meetri. Eelmise aasta kulu tõttu on savannil pruunikas põhitoon.

Rohulagendikul kasvab puid — üksikult või hõredate saludena. Enamik neist puudest on madalad, jändrikud, tuultest vähem kahjustatava vihmavarjutaolise võraga — kaitseks üleliigse auramise vastu. Võimsaimaks puuks on Aafrika savannides 25 m kõrgune ja kuni 10-m tüveläbimõõduga baobab (ahvileivapuu). Tavaline savannipuu on akaatsia; palme kohtame Aafrika ja Lõuna-Ameerika ning eukalüpte Austraalia savannides. Kuival aastaajal närbub rohi, puud heidavad endilt lehtkatte ning loomad lahkuvad paremaile söödamaile.

Savannide loomad on kiired jooksjad, kes on koondunud endakaitseks karjadesse. Antiloobid, sebrad, kaelkirjakud, pühvlid, elevandid, ninasarvikud, lõvid, hüäänid, šaakalid jt. asustavad Aafrika savanne, känguru on Austraalia omapäraks, kuna jaanalind elutseb Aafrika, Lõuna-Ameerika ja Austraalia savannides. Tähelepanuväärt on maastikupildis 5—6 meetri kõrgused savist, näritud puidust ja muust ainest püstitatud mitmesuguse kujuga termiitide pesad.

Juba ammust ajast on kohalikud rahvad kasutanud savanni rööv- ja kasutusmaistuna. Ta on neile avaraks karjamaaks. Igal aastal põletatakse vana kulu, et noor rohi saaks paremini võrsuda. Koos üleliigse karjatamisega mõjub see

savannile kahjustavalt, hävitades puid ja kariloomade poolt meelsamini söödavaid taimi.

Savann on päriselanikele ka põllumaaks. Näiteks puhastatakse Aafrikas teatud maa-ala puudest ning süüdatakse hiljem kulu ja kuivanud puud. Põlemisel tekkinud tuhk jääb põllumaale väetiseks. Kõblaste abil kohendatakse maapind üles ning istutatakse või külvatakse sellele hirssi, maisi, banaane, bataate, maapähkleid, ube, kõrvitsaid ja muud. Mõneaastase kasutamise järel loobutakse maatükist ning alustatakse uuega.

Savann on jahimaaks, kus kütitakse mitmesuguseid loomi. Koos mussoonmetsaga annab savann vajalikku kütte- ja tarbepuitu.

Kagu-Aasias ja Aafrikas on Ameerika ja Lääne-Euroopa kapitalistid neile alluvais mais muutnud kohalike rahvaste odava tööjõu abil ulatuslikud alad savannist kasusaamise eesmärgil kultuurmaistuks, hävitades ürglooduse. Tänapäeval laiuvad seal maa pärisrahva väikeste riisi-, nisu- ja hirsipõldude kõrval suured puuvilla-, agaavi-, kohvi-, kakao-, suhkruroo-, kookospalmi-, kautšukipuu- ja muud istandikud, kus Ameerika ja Lääne-Euroopa kapitalistid kohalikke rahvaid hoolimatult ekspluateerivad, neid viletsa tasu eest raskele tööle sundides.

11. Kõrgmägede taimistud.

Kliima muutub Maakera pinnal ka vertikaalsuunas, mida paneme tähele kõrgmägedesse tõusmisel. Ülespoole liikudes märkame järjekindlat temperatuuri langust, sademetehulga suurenemist 2—3 km absoluutse kõrguseni, Päikese kiirituse intensiivsuse kasvamist jne. Tähtis on antud juhul nõlvade asend ilmakaarte suhtes. Koos kliimaga muutub ka eeskätt temast sõltuv taimkond. Seetõttu esineb kõrgmäestikus rida taimkatte- ja maastikuvööndeid, mis üksteisele järgnevad alt ülespoole.

Mäenõlvade alumise osa võtab enda alla ümbritseva ala taimkond või sinna ulatuv asustatud orgudes leviv kultuurmaistu. Kõrgemal järgnevad taimkattevööndid on järjekorras ikka enam kohanenud halvenevate olemasolutingimustega. Oma koosseisult ja iseloomult sarnanevad nad Maakeral horisontaalselt levivate taimkattevööndidega, kui jälgida viimaseid mäestiku asukohast lähtudes kliima jahenemise, s. o. antud juhul pooluse suunas.

Kaukasuse peaaheliku lääneosa lõunanõlvu katavad 600—700 m kõrguseni üle meretaseme Rioni madalikul levivad kolhise tüüpi liaanimetsad, kus kasvab pööke, tammi, kastaneid, saari, vahtraid, jalakaid ja teisi laialehelisi puid. Puude vahele põimub rikkalikult liaane, kuna metsaalusel esineb suvihaljaste kõrval ka igihaljaid põõsaid ja poolpõõsaid.

Neile järgneb 1200—1500 m kõrguseni liaanideta ja igihalja võsata lehtmets, pöögiga esikohal. Sellesse segunevad ülalpool okaspuud, moodustades segametsa.

Kaukaasia kuusest ja nulust koosnev okasmetsade-vöönd ulatub kuni 2000 m üle meretaseme.

Metsapiirist kõrgemal asuvad kõrgmäestikele omased rohumaad, mis jagunevad sub-alpiinseteks ja alpi aasadeks ning kõrgmuruks.

Sub-alpiinsete aasade taimistu koosneb kõrrelistest ja kaheidulehelistest, mis niisketes paikades kasvavad 2—2,5 m pikaks. Siin kohtame liiliaid, kellukaid, kukekannuseid, käokingi, kurekelli jt. taimi. Neid aasu kasutatakse niitudeks ja karjamaadeks.

Väliselt üsna monotoonseil alpi aasadel on esikohal kõrrelised ja tarnad, mis kasvavad 10—15 cm pikkuseks.

Kirevad ja kaunid on alpi kõrgmurud — madala rohukasvuga ning suurte ja värviküllaste õitega. Kogu lühikese suve kestel õitsevad siin emajuured, kannikesed, kellukad, magunad, esikud, lõosilmad ja teised kaheidulehelised. Vii-

maseiks on sügisel helekollased, sinised ja valged krookused.

Alpiinsest taimistust kõrgemal levivad paljad kaljud mõne kiviriku või mõne teise kidura taimega. Neile järgnevad igilumeväljad, kust algavad jääliustikud.

Põhjapoolsetes mägedes, näiteks Skandinaavias, asendab alpiinset taimkattevööndit tundra taimistu.

Kõrgmägedes elutsevaist loomadest olgu mainitud Alpides ja Kaukaasias kaljukitsed, Tiibetis jakid, mägilambad ja mägikitsed, Aafrikas mägiantiloobid, Andides vikunjad ja guanaakod.

Oma pikkade, järsuharjaliste ja hambuliste ahelikkude, haljendavate metsade, kirendavate õierikaste kõrgmurude, pimestavalt helendavate lumeväljade, nõlvadelt allavalguvate liustikkude, püstseinaliste, kitsaste, sügavate kuristikkudega — kus hämaruses vahutavad metsikud übajõed, laiade päikeseküllaste, asustatud pikiorgude ja nende pervelt langevate ning piiskadeks pudenevate jugadega pakub kõrgmäestik võrratut pilti.

Külad asetsevad eeskätt orgudes, majad on sageli ehitatud kobarana üksteise külge (näiteks Kaukaasias). Karjamaadel uitavad kitsed ja lambad, ronides osavalt mööda järsakuid. Kevadel aetakse mägiaasadele suured veisekarjad, kes tulevad tagasi orgudesse alles sügisel.

Liiklemine mägedes toimub tihti mööda kitsast jalgrada, kuna all haigutab kuristik. Mõnikord tuleb raiuda astmeid jäässe või kivisse, või tõusta ja laskuda köie abil. Hädaohtudega on seotud mägijuhiamet, ning ohtlik on küttimine mägiloomadele keset järske tippe, lumivälju ja haigutavaid kuristikke. Inimasulaid aga ähvardavad lumeveermed, maanihked ja kiiresti üle kallaste kerkivad ning kõike hävitavad übajõed.

Peale Kaukasuse kuuluvad NSV Liidu kõrgmäestikualasse veel Pamiir, Tienšan ja Altai. Nõukogude valitsuse kestel on

sinna rajatud esmaklassilisi liiklemisteid, uuritud igakülgselt mägedes peituvaid loodusvarasid ja võetud neid ekspluateerimisele. On hakatud üha rohkem kasutama nõlvadel kasvavat väärtuslikku metsa ja karjamaid ning langeva vee energiat, ehitades kiirevoolulistele mägijõgedele paisusid ja püstitades nende kõrvale elektrijõujaamu. Kõrgmäestiku looduse säilitamiseks ja uurimiseks on paljudesse kohtadesse rajatud looduskaitse-alad. Teaduslikuks uurimistööks on mägedesse ehitatud meteoroloogiajaamu.

C. Inimtegevuse mõju maastikule.

Inimene oma majanduslikus tegevuses on tihedalt seotud ümbritseva loodusega. Siit hangib ta endale ülalpidamiseks vajalikud esemed — toidu- ja toorained ning ehitusmaterjalid — mitmesuguste loodusvarade näol, rajab sobivatesse paikadesse kultuurmaistut, kaevandusi, vabrikuid, tehaseid, elektrijaamu, asulaid ja liiklemisteid. Seejuures on inimtegevuse mõju loodusele mitmesugune, puudutades suuremal või väiksemal määral kõiki maastikulisi elemente — pinnaehitust, veestikku, taimkatet ja loomastikku, ning lisandades viimastele omalt poolt tehisvormidena kultuurmaistu, asulastiku ja teestiku. Tihedalt asustatud alades ei ole ürgloodusest peaaegu midagi säilinud, siin valitsevad maastikus ülekaalukalt ainult tehisvormid. Olgu viimaste näidetena nimetatud linnmaastikud, tööstuspiirkonnad ja ulatuslikud põllukultuuri alla võetud alad NSV Liidus, Põhja-Ameerika rohtlais, Hiinas, Indias jm. NSV Liidus kehtimapandud sotsialistlik majandussüsteem, tootmise plaanikohane juhtimine, majanduslike ressursside ja teaduse ning tehnika saavutuste otstarbekohane kasutamine võimaldab inimesele isegi rasketes looduslikes tingimustes kõige põhjalikumat looduse ümberkujundamist, vastavalt oma vajadustele.

Rajades teid, kaevab inimene läbi mäed, ehitab teetamme

ja sildu; kaevanduste juurde tekivad kõrged rusukuhjatised; Uuralis ja kohati mujal tõusevad pealmaakaevandused hiigelastmetena mäkke (näiteks Magnitnaja mäel); treppidena on oruveerudesse ja kõrgendike nõlvadesse kaevatud lähistroopilistes alades istandikud, aiad ja põllulapid. Nii kujundab inimene pinnaehitust ümber.

Liiklemisteedena kasutatavaid jõgesid süvendatakse, õgvendatakse ning muudetakse seega nende kuju — lõigates läbi lookeid ja silmuseid ning kuhjates kallastele süvendamisel väljatõstetud rusust valle. Jõestikud ühendatakse omavahel kanalitega. Kanalid on läbi kaevatud ka meresid lahutavaist maakitsustest. Olgu siinkohal mainitud sotsialistliku ülesehitustöö suursaavutistena esimesel viisaastakul rajatud Stalini-nimeline Valgemere-Läänemere kanal, mille kogupikkus on 228 km, ning teisel viisaastakul valminud 127 km pikkune Moskva-nimeline kanal, mis ühendavad siseveeteid kaudu NSV Liidu Euroopa-osa enamlaevatavaid meresid.

Kärestikulistele või suurema langusega jõgedele püstitatakse paisud ja ehitatakse nende juurde elektrijõujaamad; sellest tekkinud paisjärved ujutavad üle kümneid kuni sadu ruutkilomeetreid. Suurimateks nõukogude korra ajal püstitatud hüdroelektrijõujaamadeks on: 1927—1932. a. ehitatud 560 000 kw võimsusega Dnepri jõujaam, 1932. a. valminud 169 000 kw võimsusega Tširtšiki jõujaam Usbekistanis, teisel viisaastakul käiku lastud 210 000-kilovatiline Niva hüdrojaam Koola poolsaarel ja 120 000 kw võimsusega Ivankovo hüdrojaam Moskva-nimelise kanali alguses, kolmandal viisaastakul ehitatud 330 000-kilovatiline Uglitši jõujaam Štšerbakovi juures jt. Käesoleval viisaastakul valmib Aserbaidžanis Mingetšauri hüdroelektrijaam. Paisu taha tekib 50 km pikkune 16 miljardi m^3 mahuga „Mingetšauri meri".

Kuivema kliimaga alades juhib inimene tiheda kanalitevõrgu abil vee jõest põldudele ja annab kultuurmaistu näol

maastikule endisest sootuks erineva ilme. Kesk-Aasia liiduvabariikides on kunstliku niisutuse abil puuvilla külvipind, võrreldes 1913. aastaga, kasvanud kolmekordseks. Maailma suurimaid niisutuskanaleid, Stalini-nimeline suur Fergana kanal on Fergana oru peamiseks veevarustajaks. Ta ehitati Kesk-Aasia liiduvabariikide 140 000 kolhoosniku vennaliku koostöö tulemusena.

Inimene oma tegevusega avaldab ka taimkattele mitmesugust mõju. Inimesest puutumata taimkattega alad kannavad laasmaistu nimetust; siia kuuluvad ürgmetsad, kõrbed, suur osa tundravööndist, savannidest jne. Röövmaistus esineb inimene ainult saajana ega osuta mingit hoolt taimkatte suhtes. Plaanitu tegevusega on eramajanduslikes tingimustes hävitatud või hävingule vastu viidud rohkeid taimeliike ning koguni terveid taimistuid. Nii on Vahemeremaade mäestikes säilinud vähe endistest metsadest — nende asemel kohtame tänapäev eeskätt kuiva võsa. Kasutusmaistus inimene juba teatud määral hoolitseb taimkatte eest, ta kindlustab metsa järelkasvu, juhib ära üleliigse vee jne. Kõige suurema muutuse osaliseks saab taimkate ja maastiku üldpilt kultuurmaistus. Näiteks on valdavamas osas segametsade- ja rohtlate-vööndist looduslik taimkate hävitatud ning asendatud viljapõldude ja niitudega, või võetud asulate ja teede alla. Sama saatus on tabanud ulatuslikke alasid troopilistest ja lähistroopilistest metsadest, kus rööbiti põldudega levivad mitmesugused istandikud. Sagedasti on endised metsad asendatud istutatud metsadega, mis oma liigiliselt koosseisult võivad endistest hoopis erineda. Paljudesse kohtadesse on toodud taimi, mis mõnikord pärit koguni teistest maailmajagudest, kuid mis oma uues asukohas on seevõrra kohanenud ja levinud, et on muutunud tavaliseks ja maastikupildis tooniandvaks.

Krimmi lõuna- ja Mustamere idarannikule nii iseloomulik küpress pärineb Ees-Aasiast; Taga-Kaukaasias kultiveerita-

vate tsitrustaimede ja teepõõsa kodumaaks on Hiina, eukalüptidel — Austraalia, õlipuudel, viigipuudel, mandlitel — Vahemeremaad, banaanidel — Kagu-Aasia, maapähklitel — Lõuna-Ameerika. Meie teistest kultuurtaimedest põlvnevad näiteks hirss ja tatar Ida-Aasiast, päevalill Põhja-Ameerikast, mais Kesk-Ameerikast, kartul ja tubakas Lõuna-Ameerikast jne. Vahemeremaadele omapärased kaktused ja agaavid on toodud Mehhikost; Kalifornias ja Floridas kasvavate datlipalmide kodumaaks on Aafrika, Malaias kultiveeritaval kautšukipuul — Brasiilia, kohvipõõsal — Abessiinia, suhkrurool — India jne.

Tundmatuseni on maastikupilt muutunud linnades ja tööstuskeskustes, kus ürgloodusest on säilinud õige vähe.

Teaduse ja tehnika arenedes võtab inimene üha suuremaid alasid enda otsesse kasutamisse, tungides kõigisse kliimavööndeisse ja muutes loodust ikka enam enda tahtmise järgi.

Kõige paremini näeme seda NSV Liidus, kus sotsialistlik plaanimajandus võimaldab rakendada töösse kõik loovad jõud, tundmata ühtegi arengut pidurdavat vastuolu, mis on omased kapitalistlikele maadele, kus looduse kasutamine toimub seoses töötava inimese ekspluateerimisega eraomanike huvides, põhjustades seal korratust tootmises, kriise ja tööpuudust, ning on pidevaks ähvarduseks rahule (võitlus tooraainete ja turgude pärast).

VII. Inimene.

1. Inimkonna arv ja rahvastiku tihedus.

Inimene elab kõigis kliimavööndeis, alates troopilisest ning lõpetades polaarsega. Ta on tunginud ka suurtesse kõrgustesse: Peruus ja Tiibetis leidub pinnapaikseid inimasulaid üle 5000 m kõrgusel meretasemest. Lõuna-Hiinas elab ruumipuuduse tõttu maismaal osa rahvastikust Sikiangi jõel alaliselt parvedel, mis on korrapäraselt asetatud.

Inimeste poolt asustatud Maakera pinda nimetatakse elamisalaks ehk oikumeeniks. See hõlmab suurema osa maismaast. Oikumeeni ei kuulu looduslike tingimuste poolest elamiseks kõlbmatud ja tänapäeval majanduslikult raskestikasutatavad või hoopis kasutamata piirkonnad. Neist jäävad Antarktika manner, suurem osa Gröönimaast ja mõningad teised polaarsed alad oikumeenist väljaspoole — olles viimasest lahutatud selle välispiiriga, kuna kõrgmäestike igilume- ja jääväljad ning ulatuslikud kuivad ja taimkatteta kõrbepiirkonnad asuvad oikumeeni sees.

Maakera elanikkonda arvestatakse ümmarguselt ligi 2,2 miljardile inimesele. Neist elab Aasias 1200 miljonit, Euroopas 530 miljonit, Põhja-Ameerikas 185 miljonit, Aafrikas 165 miljonit, Lõuna-Ameerikas 90 miljonit ning Austraalias ja Okeaanias kokku 10 miljonit inimest.

Maadest on elanike arvu poolest esimesel kohal Hiina (ca 450 miljonit inimest). Temale järgnevad India (ca 400

milj. in.) ja Nõukogude Liit — kus enne Suurt Isamaasõda oli 193 miljonit elanikku.

Maakera elanikkond suureneb pidevalt loomuliku juurdekasvu teel. Loomulik juurdekasv on arv, mis näitab, mitu inimest keskmiselt iga 1000 või 10 000 elaniku kohta sünnib aasta kestel rohkem kui sureb. Nõukogude Liidus on loomulik juurdekasv suur: ajavahemikus 1926.—1938. a. oli see keskmiselt 123 inimest iga 10 000 elaniku kohta.

Vastavad arvud sama ajavahemiku kohta on: USA-s — 67, Saksamaal — 62, Suur-Britannias — 36 ja Prantsusmaal — 8 inimest. Suur loomulik juurdekasv NSV Liidus on tingitud pidevast rahva majandusliku olukorra paranemisest, muretusest homse päeva eest ning järjekindlast elanikkonna kultuurilise ja sanitaar-tervishoiulise taseme tõusust. Kapitalistlike maade väike elanike loomulik juurdekasv on tingitud töötavate hulkade rasketest elutingimustest, madalast töötasust ja kurnavast tööst, mis vähendab sündivust ja suurendab surevust.

Maakera keskmine rahvastikutihedus on 15 inim. 1 km².

Mandritest on rahvastikutiheduselt esimesel kohal Euroopa — 53 inimest 1 km². Kõige tihedamalt on asustatud suuremad tööstuspiirkonnad Kesk- ja Lääne-Euroopas ning NSV Liidu tööstusrajoonides.

Aasias tuleb 1 km² keskmiselt 27 inimest. Tihedaim on rahvastik mussoonmais, seal esineva viljaka pinnase tõttu. Hõredaima asustusega on tundra-, taiga-, poolkõrbete- ja kõrbete-alad ning kõrgmäestikud.

Ameerikas on keskmine rahvastikutihedus 6 inimest 1 km². Kõige tihedamalt on kuhjunud elanikke USA Tööstuslikku Kirdesse. Eriti hõre on Amatsonase ürgmetsade ja Brasiilia kampode elanikkond. Ka Kanadas tuleb 1 km² vaid 1 inimene.

Aafrikas ulatub keskmine rahvastikutihedus 5 inimesele 1 km². Kõige tihedamini on asustatud lähistroopilised alad mandri põhja- ja lõunaosas — Niiluse orus tuleb

iga ruutkilomeetri kohta 300 elanikku. Peaaegu inimtühjad on ulatuslikud kõrbed.

Austraalias on keskmine rahvastikutihedus 1 inimene 1 km² (Ookeaania saartel 3 inimest 1 km²). Enamik elanikkonnast on koondunud mandri ida- ja kaguserva, kus looduslikud tingimused majanduslikule tegevusele soodsad.

Rahvastiku tihedus oleneb reast tegureist. Viimastest tuleb mainida pinnaehitust, kliimat, mullastikku, taimkatet, loomastikku, maavarasid, rahvaste ajaloolist arengut, kultuurilist taset ja riiklikku korda.

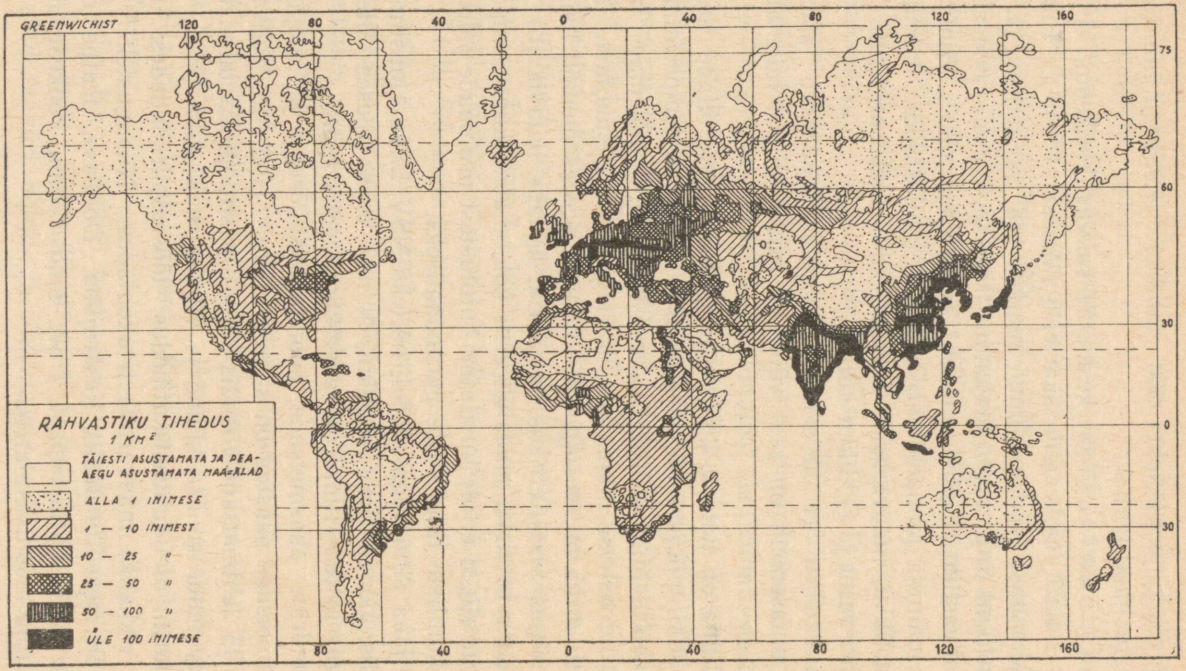
Pinnaehitusega on seletatav kõrgmäestike hõre asustus, kuna eluasemeid on seal võimalik rajada ainult laiematesse orgudesse.

Kliima on tundra, kõrbete ja paljude teiste alade hõreda rahvastiku põhjustajaks — tundral madalate temperatuuride ja kõrbetes liiga vähese niiskuse tõttu, mis mõlemad takistavad intensiivse majandusliku tegevuse arendamist. Mainida tuleb ka mitmesuguseid kliimaga seoses olevaid haigusi (unehaigus Sise-Aafrikas, malaaria, kollane palavik jt.), mis hoiavad rahvaarvu madalal, eriti kolooniates, kuna imperialistlikud riigid ei ole huvitatud kulutustest asumaade rahvaste tervishoiuliste tingimuste parandamiseks.

Viljaka pinnasega aladel, näiteks NSV Liidu mustmullavööndis, Lombardia madalikul, Niiluse orus (seoses üleujutustega) ja Ida-Hiinas on rahvastikutihedus suur.

Tundrate, okasmetsade, poolkõrbete, kõrbete ja troopiliste vihmametsade asustus on samuti hõre. Tihe on rahvastik sega- ja lehtmetsade-vööndis ning lähistroopilise taimistuga alades, nende soodsa kliima ja viljaka mullastiku tõttu.

Suurim on rahvastikutihedus tööstuspiirkondades, enamasti rikkalike maavarade leiukohtades. Niisugusteks aladeks on meie Tööstuslik Keskrajoon, Donbass, teatud osad Lääne- ja Kesk-Euroopast, USA idaosa oma rohkearvuliste linnade ja tööstusasulatega.



Joonis 74. Rahvastiku tiheduse kaart.

Mõnel juhul võib suurt rahvastikutihedust ajalooliselt seletada. Pärast Kiievi riigi kokkuvarisemist kandus idaslaavlaste uus poliitiline keskus praeguse Moskva ümbrusse kui enamkaitstud ja -varjatud kohta. Siia koondus rahvastik ja tekkis tööstus, mis aja jooksul arenes sisseveetavail tooraineil baseeruvaks Venemaa Tööstusliku Keskrajooni suurtööstuseks.

Suure tähtsusega rahvastiku levimisel on riigis valitsev poliitiline kord. Tsaari-Venemaal oli Sahalini saar sundasumisele saatmise kohaks vaevalt 6000 elanikuga. Praegu on Sahalin nafta-, kivisõe-, metsa- ja kalatööstuse keskus. Kiiresti kasvab elanike arv ka NSV Liidu tundra, steppide, kõrbete piirkondades ja mäestikes. Meenutagem Kirovskit Koola poolsaarel, Igarka sadamat Jenissei alamjooksul, Magnitogorskit Lõuna-Uuralis, Stalinskit Kuzbassis, Karagandat, Kounradi Kasahhias ja paljusid teisi uusi linnu, mis on tekkinud Nõukogude korra ajal.

2. Inimkonna tõuline ja keeleline liigitus.

Nüüdisaegne inimkond on ühtse põlvnemisega ja moodustab primaatide seltsi ühe liigi, nimetusega Homo sapiens. Teda iseloomustab rida ainult inimesele omaseid bioloogilisi iseärasusi, näiteks arenenud põial, võlvitud jalapõid, S-kujuline lülisammas, suure mahuga peaaju jne., millede väljaarenemist on mõjustanud osavõtt ühiskondlikust tööprotsessist.

Ühiste oluliste tunnuste kõrval leiame üksikuil inimesterühmadel teatavat erinevust mõningates vähemolulistes füüsilistes tunnustes, — keha pikkuses, juuste, kolju ja näo kujus, naha, juuste ja silmade värvuses jne. See lubab kogu imimsugu liigitada väiksemateks alljaotusteks — inimtõugudeks ehk rassideks. Rass kujutab endast bioloogilisi inimesterühmi, kellede liikmeil on mõningad ühised, pärilikkuse teel edasiantavad füüsilised tunnused.

Inimtõud on tekkinud organismidele omase muutuse teel, loodusliku ümbruskonna kaasmõjul isoleeritud eluviiside tõttu, eri paikades. Tõugude segunemine rahvastevahelisel tihedal läbikäimisel kaotab puhaste tõugude alad ja põhjustab tõutunnuste erinevuste nivelleerumist.

Inimtõud ei ole mingisuguses seoses rahvuse ega keelega. Pole olemas „germaani", „romaani", „slaavi", „aaria" ega muud säärast tõugu. Tavaliselt koosneb üks rahvas mitmest tõust, samuti võtab üks tõug osa mitme rahvuse kujundamisest.

Ei ole „kõrgemaid" ega „vähem-väärtuslikke" tõuge, kõik tõud on samaväärsed. Üksikute rahvuste vaimuelu, tavad jne. ei ole tingitud nende rahvuste tõulistest omadustest, vaid kultuurilisest tasemest, mis omakorda sõltub tootmisviisist. Koloniaalrahvaste madalakultuurilise taseme eest on vastutavad neid maid valitsevate emamaade eraomandiga klassid, kes tahtlikult pidurdavad kolooniate majanduslikku ja kultuurilist arengut.

Igasugused „rassiteooriad" on reaktsioonilised õpetused, mis taotlevad inimrühmade sotsiaalset ebavõrdsust, tahavad maha salata klassidevahelised vastuolud, asendada klassivõitlust võitlusega üksikute rahvaste vahel ning orjastada teisi rahvaid. Rasside ja rahvaste üheväärsust tõendab kõige paremini NSV Liidu praktika, kus kõik rahvused üheõiguslikena on sõbralikus koostöös kommunismi ülesehitamisel ja kodumaa kaitsmisel.

Hoopis teistsugune olukord ses suhtes valitses ja valitseb praegugi USA-s, Briti dominioonides ja kapitalistlike riikide kolooniates. Juba nende maade vallutamine valgete poolt oli seotud metsikuste ja tapatalgute korraldamisega pärismaalaste seas. Pruugib seks vaid meenutada Kesk- ja Lõuna-Ameerika alistamist hispaanlaste ja portugallaste poolt, mille juures eurooplastele andis suure eelise pärismaalastele tolle ajani tulirelvade kasutamise mittetundmine. Tuletagem meelde

Põhja-Ameerika indiaanlaste otse süstemaatilist hävitamist inglastest maaomanike ja ettevõtjate poolt pärast maa alistamist, neile üle jõu käiva orjuse pealesundimisega (tööd kaevandustes ebainimlikes tingimustes jne.) ning siis päriselanike riismete tõrjumist viljatuisse, majanduslikuks kasutamiseks sobimatuisse reservaatidesse, kus Põhja-Ameerika indiaanlaste vähearvulised järglased veel tänapäeval elavad. Meenutagem neegerorjade küttimist Aafrikas eeskätt inglastest ja hollandlastest orjakauplejate poolt veel 1—2 sajandit tagasi. Neegerorje vajasid USA puuvillaistandike omanikud, samuti Lõuna-Ameerika troopiliste alade plantaatorid. Mustad kuhjati tihedalt kokku kitsasse, räpasesse, poolpimedasse, õhuvaesesse laevaruumi, kus nad massiliselt surid haiguste kätte. Pärast orjakauplemise ametlikku keeldu heideti aga mõne valvelaeva silmapiirile ilmumisel kogu elav last merre. Samuti väärib mainimist valgete asunike-maaomanike poolt peetav jaht austraalia pärismaalastele maa koloniseerimisel. Majanduslikult parematelt aladelt poolkõrbetesse ja kõrbetesse tagasitõrjutud päriselanikke kütiti kui metsloomi. Tasmaanlastele organiseeriti süstemaatilisi haaranguid koguni sõjaväe kaasabil. Nende riismed (umbes 200 inimest) vangistati 1834. a. detsembris ning viimane neist suri 1876. aastal.

Nõnda on hävitatud Maakeral paljud rahvad ning nende asemele on tulnud ümberasukad teistest maadest.

Kuid ka tänapäeval on eespoolnimetatud maade päriselanike olukord raske — nii poliitiliste õiguste kitsendamise, rassilise diskrimineerimise kui ka majandusliku olukorra poolest. „Põlatud ja alaväärtuslik" värviline on tagakiusamise ning halastamata ekspluateerimise objektiks. Mõtelgem USA-s elavaile neegreile, endiste Aafrikast sisseveetud orjade järglastele. Hoolimata sellest, et nad mõnes lõunapoolses osariigis moodustavad koguni enamuse, saab vaid murdosa neist kasutada seaduses ettenähtud kodanikuõigusi. Nende viibimine on paljudes kohtades keelatud, rida kutsealasid ja edasi-

õppimisvõimalusi on neile suletud ning nende kallal tarvitatakse vägivalda (lintšimine, Ku-klux-klani organisatsioon). Ka tänapäeval pole, eriti lõunas elavate neegrite-maarentnike olukord parem omaaegse neegerorja seisundist, nad on täiel määral sõltuvad farmeri-maaomaniku tahtest ja omavolist.

Meil on teada hindudest tööliste diskrimineerimise juhud Lõuna-Aafrika Unioonis (seda arutati koguni Ühinenud Rahvaste organisatsioonis) ning me teame, kuidas sama maa teemandi- ja teistes kaevandustes käideldakse tööle palgatud pärismaalasi. Nende liikumisvabadust kitsendatakse, neid peetakse vangidena kinni okastraataia taga, alandatakse vääritu kohtlemisega, kurnatakse üle jõu käiva tööga (austamata töökaitseseadusi) ning tasutakse neile naeruväärse palganatukesega. Nende arvel rikastuvad aga kapitalistid — kaevanduste omanikud.

Kergem ei ole tööliste olukord ka euroopa ja ameerika kapitalistidele kuuluvais istandikes, olgu need siis Okeaania saartel levivad kookospalmi- või Malakas ja Indoneesias asuvad kautšuki-istandikud. Ka seal voolab vaeste kulide ebainimliku ekspluateerimise arvel kuld istandikuomaniku kaukasse.

Lõpuks, mitte asjata ei paiguta imperialistlikud riigid oma kapitali kolooniates ja poolkoloniaalsetes maades asuvaisse tööstusettevõtteisse. Siin leidub küllaldaselt vaba tööjõudu, keda võib kasutada pea igasuguste kitsendusteta, tasudes töö eest äärmiselt madala palgaga, mis võimaldab tööstureile mitmekordse kasumi, võrreldes samade ettevõtetega emamaal.

Alates Teisest Maailmasõjast on reas koloniaalmaades toimunud suured muudatused, mis tunduvalt raskendavad imperialistlike riikide olukorda. Kolooniates on võtnud maad rahvastevabastusliikumine. Eriti intensiivne on see seal, kus rahvad ise, relvad käes, on pidanud võitlema fašistlike okupantide vastu. Nii toimub praegu relvastatud võitlus Vietnami vabariigi ja Prantsusmaa ning Indoneesia vabariigi ja Hol-

landi vahel, kuna emamaad ei ole nõus nimetatud vabariikide täieliku iseseisvusega, vaid tahavad jätkata nende ekspluateerimist, pakkudes neile „iseseisvust" vaid paberil, ning säilitada oma ülemvalitsust. Hollandit ja Prantsusmaad toetavad USA ja Suur-Britannia imperialistid.

Hiinas algas rahva relvastatud vabastusvõitlus poolfeodaalse riigikorra ja reaktsioonilise valitsuse vastu 1927. a. lõpul; siis loodi Lõuna-Hiinas rahvavabastusarmee, mis tegutseb Hiina Kommunistliku Partei juhtimisel. Jaapani sissetungiga Hiinasse 1937. a. lõpetati vastastikuse kokkuleppe alusel sõjategevus rahvavabastusarmee ja valitsusvägede vahel ning loodi ühine rinne sissetungijate vastu. Pärast Jaapani vägede väljaajamist Hiinast rikkus Hiina reaktsiooniline valitsus, kes saab sõjalist abi USA-lt, omavahelist kokkulepet — rünnates rahvavabastusarmeed, lootes teda lühikese ajaga lõplikult hävitada. Kuid juba 1947. a. teisel poolel asus rahvavabastusarmee ise vastupealetungile, ning praegu on tema valduses rõhuv enamus Hiina rahvarikkamaist provintsidest koos pealinna Nankingiga. On selge, et Hiina reaktsiooniline valitsus variseb kokku juba kõige lähemas tulevikus. Rahvavabastusarmee poolt vabastatud Hiina osades on loodud demokraatlikud omavalitsused, teostatud maareform, natsionaliseeritud suurtööstus, ehitatud hulk uusi tööstusettevõtteid ning asutatud rida uusi tööstusharusid. Need rajoonid on väliskapitalistide mõjust vabad.

Füüsiliste tunnuste järgi eraldatakse kolm peatõugu ehk tõuguderingi: valge ehk europiidne, kollane ehk mongoliidne ja must ehk negriidne peatõug. Need omakorda jagunevad mitmeks alatõuks ehk lühidalt — tõuks.

Valgesse peatõugu kuuluvad inimesed valkjasroosa kuni pruunika nahavärvusega, pehmete lainjate blondide, pruunide või mustade juustega, hallide, rohekate, siniste või pruunide silmadega ning tugeva juuste- ja habemekasvuga. Siia kuuluvad järgmised alatõud ehk tõud:

1. Põhjatõug — sale, pikakasvuline [1], heledanahaline, pikapealine [2], kitsanäoline, sinisilmaline ja blondjuukseline, levinud Põhja-, Loode- ja osalt Kesk-Euroopas.

2. Ida-balti tõug — keskmist kasvu, jässaka tugeva kehaehitusega, kesk- kuni lühipealine, laiavõitu näoga, hallide või rohekate silmadega, blond, levinud Ida- ja Põhja-Euroopas.

3. Alpi tõug — lühikasvuline, kollakaspruuni nahavärvusega, lühipealine, laianäoline, pruunisilmaline, pruunide või mustade juustega (sarnasust ida-balti tõuga) — levinud Kesk- ja Lääne-Euroopas.

4. Vahemere tõug — sale, lühikasvuline, pruunika nahaga, pikapealine, kitsanäoline, pruunisilmaline, pruunikate või mustade juustega (sarnasust põhjatõuga) — levinud Lõuna-Euroopas ja Põhja-Aafrikas.

5. Dinaari tõug — sale, pikakasvuline, pruunika nahavärvusega, lühipealine, järsu kuklatagusega, kitsa näoga, kotkaninaga, pruunisilmaline, pruunid või mustad juuksed — levinud Balkani poolsaare lääneosas, Ukrainas ja Alpides.

6. Ees-Aasia tõug — lühikasvuline, jässaka kehaehitusega, kongusninaline, muis tunnuseis sarnaneb dinaari tõuga, levinud Lääne-Aasias.

7. Orientaaltõug — sale, keskkasvuline, heledanahaline,

---

[1] Pikkuse suhtes jagunevad inimesed:

	Mehed	Naised
lühikasvulised	alla 160 cm	alla 149 cm
keskkasvulised	160—169,9 cm	149—158,9 cm
pikakasvulised	170 ja üle selle	159 ja üle selle

[2] Pea kuju määrab peaindeks, mis on pea laiuse ja pikkuse suhe, väljendatud protsentides.

Peaindeks on:

pikapealistel alla 76
keskpealistel 76—80,9
lühipealistel üle 81

pikapealine, pruunid mandeljad silmad, pruunid või mustad juuksed, levimisala Edela-Aasias.

8. Ees-India tõug — sale, keskkasvuline, pruunikas nahavärvus, pruunid silmad, pruunid või mustad juuksed, paksuvõitu huuled, levimisala Indias ja Iraanis.

Kollasesse peatõugu kuuluvad inimesed on kollaka kuni pruunika nahavärvusega, siledate mustade juustega, laia lameda näoga, etteküündivate põsenukkidega ja mongoli voldiga varustatud viltuste pilusilmadega.

Siia kuuluvad järgmised tõud:

1. Mongoli tõug — kellel kõige ilmekamalt esinevad kõik kollast peatõugu iseloomustavad tunnused. Jaguneb omakorda väiksemateks alajaotusteks üksikute füüsiliste tunnuste alusel. Levinud peamiselt Põhja-, Kesk- ja Ida-Aasias. Tüüpilisemad esindajad on mongolid.

2. Malai tõug — lühi- kuni keskkasvuline, tumedanahaline, laianäoline, pruunisilmaline, siledate mustade juustega, nõrgemalt arenenud mongoliidsete tunnustega. Jaguneb kaheks alajaotuseks. Levinud Malai saarestikus, sugemeid olemas jaapanlaste, polüneeslaste juures, Madagaskari saarel.

3. Indiaani tõug — kesk- kuni pikakasvuline, pruunikaskuni punakaskollase nahavärvusega, lühipealine, pruunisilmaline, tugeva nina, tugevate põsenukkide ja siledate mustade juustega, habemekarvad puuduvad, paljudel esineb mongoli volt. Omab mõningaid euroopalisi tunnuseid. Jaguneb reaks alajaotusteks. Levimisala Põhja- ja Lõuna-Ameerika.

Musta peatõugu kuuluvad inimesed omavad tumedaimat nahavärvust — pruunist kuni mustani, musti silmi ja musti käharaid või spiraalseid juukseid.

Siia kuuluvad järgmised tõud:

1. Neegri tõug — lühi- kuni pikakasvulised ja lühi- kuni pikapealised, madala laia ninaga, paksude huultega, kuni musta nahavärvusega ning mustade käharate või spiraalsete

juustega. Jaguneb reaks alajaotusteks. Levimisalaks Kesk- ja Lõuna-Aafrika ning troopiline Ameerika.

2. Hamiidi tõug — sale, pikakasvuline, punakasmusta nahavärvusega, pikapealine, kitsanäoline, kitsa sirgeseljase ninaga, mitte väga paksude huultega. Peetakse mõningate europiidsete tunnuste omamise tõttu vahetõuks. Levinud Põhja-Aafrikas.

3. Draviidi tõug — lühikasvuline, tumeda nahavärvusega, kesk- kuni pikapealine, mustade silmade ja juustega. Levinud Dekkani poolsaarel.

4. Melaneesia (papua) tõug — suurekasvuline, tumedanahaline, pikapealine, pika näoga ja spiraalselt keerdunud juustega. Levimisalaks Melaneesia saarestik.

Ainode, austraallaste, bušmanite, polüneeslaste, vedade ja mõningate teiste rahvaste tõulise kuuluvuse kohta ei ole teadlased kuni tänapäevani jõudnud üksmeelsele otsusele.

Tõutunnuste kõrval on veel tähtsamaks inimkonna liigituse aluseks üksikute rahvaste poolt kõneldavate keelte omavaheline sugulus, mis on tekkinud sel põhjusel, et need rahvad on olnud kauemat aega üksteisega omavahelises läbikäimises (suhtlemises). Keelte sugulus on seega ühiskondlik nähtus. Üksteisega pika ajaloolise etapi kestel läbikäinud (suhelnud) rahvaste keeltes tekib ühine sõnavara, ühised keelevormid, ühesõnaga — ühised elemendid, ja niiviisi tekivad sugulusehk hõimkeeled.

Sisukord.

I. Maakoor.

Lk.

1. Maa kuju ja mõõted 3
2. Maa sisemus 7
3. Pinnavormid 11
4. Tuntuimad vene ja nõukogude maadeuurijad 15

II. Maapinda teisendavad tegurid.

Sisejõudude toime.

1. Vulkanism 18
2. Tardkivimid 23
3. Maavärinad 26
4. Kurrutused ja murrangud 30
5. Maakoore iidsed kõikumised 34
6. Moonekivimid 37

Välisjõudude tegevus.

1. Denudatsioon 38
2. Murenemine ja pinnas 40
3. Tuule tegevus 43
4. Põhjavete tegevus 46
5. Vooluvete tegevus 51
6. Jääliustikud ja nende tegevus 56
7. Mannerjää tegevus 59
8. Mere tegevus 63
9. Organismide geoloogiline tegevus 67
10. Settekivimid 70

III. Maa ajalugu.

1. Maa ja maakoore teke 77
2. Maa ajaloo mõõtmine 81

Lk.
3. Ajalooline geoloogia. Ajaloolise geoloogia ühikud 83
Ürg- ja aguaegkond 85
Vanaaegkond 87
Keskaegkond 92
Uusaegkond 98
a) Tertsiaar 99
b) Kvaternaar 101

Eesti NSV aluspõhi ja pinnakate.

1. Aluspõhi 112
a) Arhaikum ja eozoikum 113
b) Kambrium 113
c) Ordoviitsium 115
d) Gotlandium 120
e) Devon 123
2. Pinnakate 124
a) Diluuvium 124
b) Alluuvium 128
3. Eesti NSV taimkatte ja loomastiku areng 130
Tabel: Eesti NSV taimkatte ja loomastiku areng 133

IV. Õhkkond.

1. Õhkkonna ulatus 134
2. Õhu koosseis 137
3. Õhu temperatuur 139
4. Õhurõhk 149
5. Tuuled 153
6. Õhu niiskus 160
7. Pilved 162
8. Sademed 165
9. Ilmade ennustamine; madal- ja kõrgrõhkkonnad 169
10. Kliima 177
11. Kliima ja inimene 183

V. Maailmameri.

1. Ookeanid ja mered 186
2. Maailmamere sügavused 188
3. Merevee omadused 191
4. Vee liikumine ookeanides ja meredes 197
5. Mere tähtsus inimkonna majanduslikus elus 204
6. Vene ja nõukogude teadlased maailmamere uurijaina . . . 208

Lk.

VI. Maastikulised vööndid.

Maastikulise liigituse alused 213
Maastikulised vööndid:
Tundravöönd 215
Lume- ja jääkõrbed 219
Okasmetsade-vöönd 219
Sega- ja lehtmetsade-vöönd 222
Rohtlate-vöönd 224
Kõrbete-vöönd 228
Troopiliste vihmametsade vöönd 230
Lähistroopiliste vihmametsade maastikud 233
Nahkjaslehiste igihaljaste taimistute maastikud 236
Vihmhaljaste taimistute vöönd 238
Kõrgmägede taimistud 240
Inimtegevuse mõju maastikule 243

VII. Inimene.

Inimkonna arv ja rahvastiku tihedus 247
Inimkonna tõuline ja keeleline liigitus 251

Vastutav toimetaja A. Valsiner.

Keeleline toimetaja E. Valdna.

Ladumisele antud 13. VI 1949. Trükkimisele antud 7. VII 1949. Trükiarv 2500. Paber 56×79, 1/16. Trükipoognaid 16,5. Trükitähti trükipoognas 34 630. Arvutuspoognaid 14,2. MB-03579. Trükikoda „Noor-Eesti", Tartu, Kastani 38. Tellimise nr. 791.

На эстонском языке.

Р. Рягастик. Общая география для X класса.

TÜ RAAMATUKOGU
10300014875464

A 63

Rbl. 6.—

A-17920