

Jaan Rumma

Üldine mateadus

Õpiraamat keskkoolidele

K.Ü. „Loodus“, Tartus
1925

A-4114

Jaan Rumma

Üldine maateadus

Õpiraamat keskkoolidele

Teine parandatud trükk

126 joonisega

K./Ü. „Loodus“, Tartus
1925

2118 Jauris

Keelelise korrektoori on teinud K./Ü. „Looduse“ korrektor
M. B e k k e r.

n^o 21960859

TARTU ÜLISKOOLI
RAAMATUKOGU

J. Raudsepp'a trükk, Tartus.

Eessõna esimesele trükile.

Eeloleva „Üldise maateaduse“ kirjutamisel olen silmas pidanud maateaduse uuemaid teaduslisi saavutusi ja metoodilisi nõudeid kui ka meie keskkoolide õppekavade ulatust (2 tundi näd.) ja õpilaste üldist arenemist ning töötamisvõimet.

Olen kindlas veendes, et kooli õpiraamat ainult kõige olulisemat ja tarvilisemat peab sisaldama, ja nimelt ainult seda, mis koolitoas töötamiseks õpetaja abil ja juhatusel ning kodus õpilastele kordamiseks ja meeldetuletamiseks hädatarviline on. Igasugused pikad sõnaohtrad seletused on seepärast liigsed ning õpetaja individuaalseid kalduvusi piiravad. Olen sellepärast käesolevas raamatus ainet katsunud tihedalt koondada, tihti mõne üksiku nähtuse peale ainult tähelepanu juhtides, usaldades pike-mad selgitamised ja uute näidetega täiendamise õpetaja hooleks.

Aine järjestus „Üldises maateaduses“ on välja kasvanud minu mitme-aastasest maateaduse õpetamisest ja seal omandatud kogemust. Kuivõrt see läbiviidav on teiste õpetajate juures, näitab muidugi tulevik.

Erilise osana esineb antud õpiraamatus hulk küsimusi ja ülesandeid, mis osalt määratud klassitundide elustamiseks, osalt iseseisvaiks töödeks õpilastele. Ühtlasi peavad need ülesanded juhtima õpetaja tähelepanu maateaduse praktilise külje peale ja viima teda oma ümbruse looduse vaatlusele.

Maateadusliste oskussõnadena on, peale väheste erandite, tarvitatud geograafia-oskussõnade komisjonis vastuvõetud sõnu. Maateadusliste nimede kirjutamisel olen silmas pidanud hääldamist, seal aga, kus hääldamise järele kirjutatud sõna liiga moon-dub, olen jättnud kohalise ülesmärkimise, juurde lisades hääldamise. Keeleliselt olen palju tuge saanud lektor J. V. Veskilt, mille eest talle oma tõsist tänu ütlen.

Eessõna teisele trükile.

Käesolev 2. trükk on esimese trüki põhjalik ümbertöötus, kusjuures silmas peetud ilmunud arvustusi ja õpetajailt otsekohe saadud arvamisi. On arvestatud ka praeguseid tunnikavasid, mis maateaduse mahutavad kahte esimesse keskkooli-klassi. Ainet on püütud võimalust mööda lihtsustada, välja jättes matemaatilisi põhjendusi ja tuues teisel pikemaid ja täielikumaid seletusi. Samal põhjusel on välja jäänud ka peatükk kaardiprojektsioonidest ja peatükk pinnavormide arenemisest.

Välja on jäänud ka ülesanded ja küsimused peatükkide lõpus. Põhjused olid osalt meetodilised, osalt ainelised. Ülesanded ja küsimused on vajalised kõige pealt õpetajaile, kes neid kas ise koostavad või vastavaist ülesannete-kogudest ammutavad. Sel põhjusel pole nende koht ka mitte õpilastele määratud õpiraamatus, kus nad ainult koormana tunduvad, pealegi kui neist tavaliselt ainult pisike osa tegelikule kasutamisele tuleb. Õpiraamat pakku ainult seda, mis õpilastele tarvis klassis läbitöötatud ainese kordamisel kodus. — Aineliselt teeb aga rohke ülesannete hulk raamatu paksemaks ja järjelikult kallimaks. —

On soovitatav lõpuks, et puudused ja soovid, mis tegelikul õpetamisel õpiraamatut tarvitades ilmsiks tulevad, saaksid teatavaks allakirjutanule, et neid võimalik oleks silmas pidada järgmise trüki puhul. Neid tuleks aadressida Tartu, Kitsas t. 1.

Tartus, küünlakuul 1925.

J. R.

S i s u.

	Lhk.
Eessõna esimesele trükile	3
Eessõna teisele trükile	4
Maakerast üldse	9
Maakera kuju	9
Ajalooline vaade	9
Kraadimõõtmine ja maislivõnkumine	9
Kraadimõõtmine 9. — Maislivõnkumine 12.	
Maakera suurus	12
Põhiarvud	13
Maakera füüsiline olu	13
Maakera tihedus	13
Maakera sisemine temperatuur ja ehitus	14
Maakera ajalugu	17
Maakera tekkimine	17
Nebulaarhüpotees 17. — Planetesimaalhüpotees 18.	
Maakoore koosseis	19
Kiviliigid 19. — Kiviliikide tekkimine 19. — Kihitus 21.	
Maakera ajalugu	22
Kivistised 22. — Maakoore kihtide liigestus 23. — Ürg- aegkond 24. — Aguaegkond 25. — Vana aegkond 26. — Keskaegkond 30. — Uus aegkond 32.	
Maakera pinna kujundamine tasapinnale	34
Geograafiline kohamääramine	34
Geograafilised koordinaadid 34. — Laiussihid 35. — Pik- kussihid 36. — Kõrgus merepinnast 38.	
Gloobus	38
Kaart	39
Kaardist üldse 39. — Kaardimõõt 40. — Kaardimärgid 41.	
Reljeef	45
Läbilõik	45
Maakera pinnamood	47
Maapinna rõhtus ja loodis liigestus	47
Maapinna rõhtus liigestus	47
Rannik, rand ja randjoon 47. — Maismaa ja vee jaotus maakeral 47. — Mandrite jaotus 49. — Poolsaared 51. — Saared 51.	
Maapinna loodis liigestus	53
Maismaa pind 53. — Ookeanide põhi 54.	
Maakera pinda teisendavad toimingud	56
Sise- ja välisjõud	56
Sisejõud	56

Maakoore iidsed kõikumised	56
Maakoore siirdus	59
Tulemäed	61
Tulemäed (määrang) 61. — Tulemägede tekkimine ja kuju 61. — Purskained 62. — Tegevad ja kustunud tulemäed 64. — Mudavulkaanid 65. — Kõrvalnähtu- sed 65. — Vulkaanide tegevuse põhjused 67. — Vul- kaanide levimus 68.	
Maavärisemine	69
Maavärisemine (määrang) 69. — Maavärisemiste liigitus ja tugevus 69. — Maavärisemiste levimus ja tekkimine 70.	
Välisjõud	72
Murenemine ja paljandumine	72
Muldkond	74
Nüüdisaja pinnavormid	76
Kõrguste suhted maakera pinnal	76
Pinnavormid	77
Pinnavormide väliskuju	77
Tasandikud 78. — Kõrgendikud 78. — Lohkvormid 81. — Ayalohud 82. — Koopad 83.	
Kodumaa pinnavormide tekkimine	85
Vesikond	87
Vee ringkäik	87
Põhiveded ja allikad	87
Allikad 87 — Puurkaevud 88. — Mineraalallikad 89. — Geisirid 89.	
Pinnaveed. Voolavad veed	91
Jõesed 91. — Jõgede vee hulk 94. — Jõe tegevus 95.	
Saisvad veed	100
Järved 100. — Järvede kadumine 103. — Sood ja rabad 104.	
Karstinähtused	105
Ookeanid	107
Ookeanid ja nende piirid 107. — Ookeanide suurus ja tekkimine 108. — Põhjaladestus 108. — Merevesi 108. — Jää ookeanis 110. — Elukond ookeanis 111.	
Merevee liikumine	111
Lainetus 111. — Merehoovused 113. — Tõus ja mõõn 116.	
Mere tegevus	118
Vesi kindlas olekus. Lumi	123
Lumepiir 123. — Lumeveermed 125.	
Jääliustikud	126
Liustiku tekkimine 126. — Liustiku liikumine 128. — Liustikkude liigitus 129. — Liustikkude tegevus 131.	
Jääaeg	133
Tuuletegevus	136

Õhkkond	139
Ohkkonna kuju ja piirid 139. — Õhu koosseis 140. — Õhu värv 140. — Õhusoojus 140. — Õhu temperatuuri rõhtsihiline levimine 145. — Õhurõhk 148. — Õhurõhu levimine maapinnal 150.	
Tuuled	150
Tuulte tekkimine 152. — Vaikusvöö 152. — Passaadid 152. — Lähistroopilised vaikusvööd 152. — Laanetuuled 153. — Tsükloon ja antitsükloon 153. — Vahelduvad tuuled 155. — Monsoon 155. — Mäe- ja orutuuled 157. — Langetuuled 157.	
Sademed	158
Veeaur õhus 158. — Sademete tekkimise põhjused 159. — Sademete kuju 160. — Sademete hulk 163. — Sademete hulga levimine ja selle põhjused 164.	
Ilmastik	166
Ilmastik 166. — Ilma ennustamine 168.	
Kliima	169
Kliima tüübid 169. — Kliima kõikumised 171.	
Valgusnähtused õhkkonnas	172
Elukond	173
Taimkond	173
Taimestik ja taimkond 173. — Taimede elutingimused 174. — Maistud 176.	
Taimkonna vormid	177
Taimevõõted	178
Loomkond	181
Kodustatud taimed ja loomad	184
Kodutaimed 184. — Koduloomad 186.	
Inimene	187
Inimkonna vanus 188. — Inimkonna liigestus 190.	
Elamisala	193
Inimeste arv ja rahvastiku tihedus 194. — Inimese asulad maastikus 195. — Asulad 197.	
Liiklemisteed	200
Liiklemisteede vormid 201. — Jalgrajad ja kandeliiklemine 201. — Radateed ja radaliiklemine 201. — Saania ja vankriteed ning liiklemine neil 201. — Vesiteed 202. — Raudteed 204. — Post, telegraaf ja telefon 206.	
Riik	207
Riigi mõiste ja tunnused 207.	
Riigivälised tunnused	208
Asend 208. — Piirid 210. — Riikide pinnasuurus 211. — Riikide rahvastiku suurus 212.	
Riigi seesmine ehitus	214
Loodus 214. — Rahvas 215.	

Maakerast üldse.

Maakera kuju.

Ajalooline vaade.

Kõneldes maakera üldisest kujust ei panda rõhku merede ja mandrite, orgude ega mägede peale, vaid mõeldakse keha, mille pind osalt ühtib ookeani, osalt kontinentide pinnaga.

Kõige lihtsam kujutelm maast (maakerast) on olnud kui kettast, mis ümbritsetud merega. Sellel kettal leiame madalamaid ja kõrgemaid mägesid, lohke jne. See kujutelm on olnud üldine vanadel rahvastel ning igapäevased pealiskaudsed tähelepanekud kinnitavad seda muljet veel praegugi. Siiski olid üksikud kreeka õpetlased veendunud ka maa kerajusest. Tõenduseks toodi juba meile tuntud väiteid: kuuvarjutusi (Aristoteles), lähenevate ja kaugenevate laevade järkjärgulist ilmumist ja kadumist silmapiiri taha (Ptolemäos) ning silmapiiri suurenemist kõrgemale tõusmisega (Kleomedes). Kuid need vaated ei leidnud üldist tunnustust ega levinud laiematesse rahvahulkadesse.

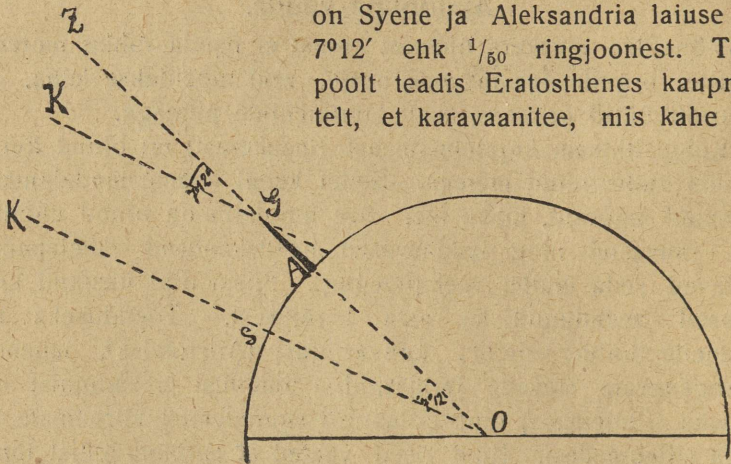
Rahvaste rändamiste ajal vaibusid kreeka teaduse saavutused unustusse ning keskaja esimesel poolel valitses endine arvamine maast kui nelinurksest või kettataolisest labapinnast. Alles 17. sajangu lõpul jõuti peale vaevarikast tööd ja juurdlemist otsusele, et maa pole mitte ainult kera, vaid pöördsferoid, mis lamendatud nabade poolt, ning ainult uuemal ajal maakeral mitmes kohas ettevõetud kraadimõõtmised ja maisli (pendli) võnkumiste vaatlused võimaldasid maakera kujust ja suurusest tõelise pildi saada.

Kraadimõõtmine ja maisli võnkumine.

Kraadimõõtmine. Esimese kraadimõõtmise maakeral toimetas Aleksandria mõttetark ja geograaf Eratosthenes (276—195 e. Kr.) Aleksandria ja Syene linna vahel, mis toleaegete mõõtmiste järgi

pidid asuma mõlemad samal pikkussihil¹⁾. Syene (praegune Assuaan Ülem-Egiptuses) asus tol ajal vähi-pööriljoonel²⁾, mida selle järele võis otsustada, et asjad suvisel pööripäeval (mis kuu mitmendal päeval on pööripäev?) keskpäeva ajal ei annud varju, mäherdune nähtus oli tuttav kõigile elanikele. Siis paistis päike otse seenitist ja valgustas ka sügava kaevu põhja, mille oli lasknud kaevata Eratosthenes. Samal ajal aga vaadeldi gnoomoni abil päikest Aleksandrias ja leiti, et ta oli $7^{\circ}12'$ seenitist eemal ja valguskiir andis loodjoonega $7^{\circ}12'$ nurga (1. joonis). Nurk KGZ võrdub $\sphericalangle AOS$,

mis mõõtab kaare AS -ga. Järjekult on Syene ja Aleksandria laiuse vahe $7^{\circ}12'$ ehk $\frac{1}{50}$ ringjoonest. Teiselt poolt teadis Eratosthenes kaupmeestelt, et karavaanitee, mis kahe linna



1. joonis. Eratosthenese mõõtmise selgituseks. S — Syene, A — Aleksandria, O — maakera keskkoh, KS ja KG — valguskiired, AG — gnoomon, Z — seenit.

vahel käis meridiaani sihis, on 5000 staadiumi pikk. See annaks maakera übermõõduks 250 000 staadiumi ja 1° pikkuseks umbes 700 st. Staadiumi pikkus, mida tarvitas Eratosthenes, pole teada meie mõõttudes. Tarvitas ta Egiptuse staadiumi, mille pikkus 157,5 m, siis oleks maakera übermõõt 39 700 km, tarvitas ta aga Attika staadiumi (177,5 m), siis oleks see olnud 44 500 km. Kummalgi juhul aga õige lähedal maakera tõelisele überulatusesele — 40 000 km. (Kui pikk oli maakera raadius Eratosthenesel?)

1) Aleksandria on tõeliselt 3° lääne pool.

2) Praegu $37'$ põhja pool.

Pärast Eratostenest oli korraldatud veel mitu kraadimõõtmist¹⁾. Ent kõikide nende puudus seisis selles, et ei saadud küllalt täpsalt määrata kaare pikkust, eriti just ebatasasel maakohal, kus ees olid kõrgendikud, sood, metsad jne. Alles 17. sajangu alul, kui Hollandi õpetlane W. Snellius uue täpsama kaaremõõtmisviisi näitas, muutusid need tööd teaduslikumaks.

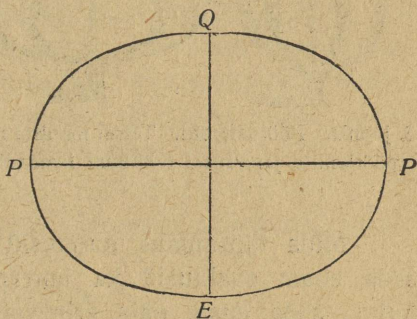
Snelliuse viis — triangulatsioon ehk kolmnurgeldamine — kõrvaldab suurte kauguste vahetu mõõtmise, kus kergesti võib eksida, ning võtab asemele kolmnurkade trigonomeetrilise lahendamise, nende nurki ja ühes ka üht külge — baasist — mõõtes.

Kolmnurgeldamise abil ette võetud meridiaanikaare mõõtmised Prantsusmaal, meetrisüsteemi loomise ja muil ülesandel, ja mujal maailmas²⁾ tõestasid, et maakera pole mitte ainult ümmargune keha, vaid ta on lamendatud nabade poolt. Säärast keha, mis kujunenud pöördumise saadusena, nimetatakse pöörd-sferoidiks. Sferoidi meridiaani läbilõik on ellips, mille lühem telg ühtib maakera pöördteljega ja pikem telg ekvaatori läbimõõtljaga. Lamendus on võrdlemisi väike. Teda väljendame järgmises valemis:

$$\alpha = \frac{a-b}{a},$$

s. o. lamendus võrdub kahe pooltelje vahele jagatud suurema poolteljega (2. joonis).

Veene, et maakera on sferoid, järeldus teoreetiliselt Kopernikuse (1473—1543) õpetusest, mis 17. sajangul omas juba üldise tunnustamise. Pöörlemise mõjul tekkis keskpägev tung, millele vastavalt



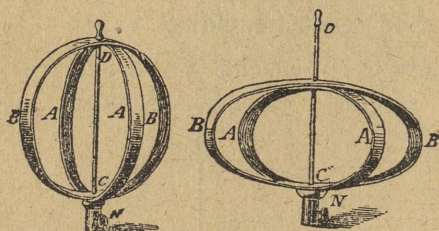
2. joonis. Ellips. Tal on kaks telge, pikem PP ja lühem QE .

1) Näiteks araablast 827. a. Mesopotaamias ja prantslane Fernel 1525. a. Pariisi ja Amiensi vahel, missuguste linnade vahelise kauguse ta vankri ratta pöörete najal arvutas, mis muidugi õigeid järeldusi ei võinud anda.

2) Kuulus Tartu ülikooli prof. B. Struve (1793—1864) mõõtis Tartu meridiaani kaart Põhja-Jäämerest alates 25⁰ pikkuselt, kuni Doonau jõesuuni.

kohanes ka maakera pind ja üles paisus ekvaatoril, kus see tung ka kõige suurem (3. joonis).

Maisli võnkumine. Ka maisli võnkumiste uurimised osutasid maakera säärase kuju peale¹⁾. Katsed näitasid, et kahest



3. joonis. Pöördsferoid. Teisel joonisel näha pöörlemise järelduel tekkinud lamendus.

ühepikkusest maislist võngub pooluselähine ekvaatorilähisest nobedamini. Sellest järeldati, et pooluste pool maakera külgetõmbe-tung on suurem kui ekvaatoril ja järjekult maakera sealt ka lamendatud. Ning maisli abil saavutatud lamenduse suurus ühtib nende tagajärgedega, mis on annud kraadimõõtmised.

Mida täpsamaks muutusid kraadi- ja maislimõõtmise viisid, seda enam avaldusid ka korrapäratused raskustungis ja maakera kujus, seda enam näis erinevat viimane sferoidist. 19. aastasaja teisel poolel jõuti vaatele, et maakera on matemaatiliselt defineerimata keha, mida geoidiks (1873. a. peale) hakati nimetama (4. joonis). Geoidi pind erineb vähe sferoidi pinnast (± 100 m), ker-



4. joonis. Geoidi pind.

kides kohati kõrgemale ja vaodes kohati madalamale. Geoidi pind on tasakaalu-pind, mis igal pool ristloodis raskustungi sihiga. Teiste sõnadega, see on rõhtus pind, pind, mis ainult täiesti vaikse merepinnaga ühtib. Mandrite kohal läheb geoidi pind sealt, kus seisaks tasakaalus veepind, mis merega otsekoheses ühenduses.

Maakera suurus.

Maakera suurus. Eelnimetatud kraadi- ja maislimõõtmised on annud meile maakera raadiuse keskmise

1) Esimesed katsed maisliga tegi prantslane Jean Richer Cayenne'is L.-Ameerikas 1672. a.

pikkuse 6370 km. Maakeral esinevate kõrgendikkudega ja lohku-
dega võrreldes on see pikkus üpris suur. Kõrgem mäelatv Everest
(Chomolungma) küünib vaevalt 8840 meetrini, mis ainult $\frac{1}{725}$ maa-
kera raadiusest on. Võtaksime hariliku reljeefse kooligloobuse, mille
läbimõõt oleks 0,5 m, siis esineks Everest seal ainult 0,3 mm kõrgu-
selt, mida palja silmaga raske oleks märgata. Montblanc'i kõrgus
oleks seal 0,15 mm ja sügavam ookeani lohk (9800 m) — 0,4 mm.
Siit on arusaadav, et ka kõige kõrgemad mäed ja sügavad orud
ning ookeanide nõod ei suuda muuta maakera üldist kuju, mis
kaugelt vaadatult paistaks ikka kerapinnana. Ainult asudes maa-
kera pinnal, kesk künkaid, mägesid ja orge, kus väljavaade piiratud
ja silmapiir lookab ebatasasusis, omades ringjoone asemel murd-
joone laadi, tumeneb pilt maakera ümmarusest.

Põhiarvud. Eespool toodud mõõtmised annavad meile
arvud, mis meile pakuvad üldise pildi maakera suurusest. Nime-
tame neist mõned siin.

Ekvaatori raadius $a = 6377$ km:iga.

Pool maakera teljest $b = 6356$ km:iga.

Nende vahe $a - b = 21$ km.

Neist saame lamenduse $a = \frac{a-b}{a} = \frac{21}{6377} = \frac{1}{300}$ (ümmarguselt).

Ekvaatori läbimõõt $2a = 12754$ km ehk ümmarguselt 12750 km.

Maakera telje pikkus $2b = 12712$ km ehk ümmarguselt 12700 km.

Maakera keskmine raadius $R = 6370$ km (ümmarguselt).

Maakera ekvaatori pikkus $2\pi a = 40000$ km (ümmarg.).

Meridiaani ellipsi pikkus $2\pi b = 40000$ km (ümmarg.).

Maakera pindala $4\pi ab = 510$ milj. km².

Maakera füüsiline olu.

Maakera tihedus.

Otseste katsete abil on kindlaks määratud ainult maakoore
kõige pealmiste kiviliikide erikaal, mis kõigub peasjalik-
ult 2 ja 3 vahel. Nii võiksime maakera väliskoore
keskmiseks tiheduseks lugeda 2,5. Raskemad metallid,
nagu raud (7,9), seatina (11,4), elavhõbe (13,6), mõjuvad oma vähe-
suse tõttu selles maakoore osas väga vähe erikaalu peale. Ometi
on terve maakera keskmine erikaal palju suurem,
nimelt 5,6. Järjelikult peab maakera süda, niinimetatud barisfäär,

sisaldama palju rohkem raskemaid metalle, mille keskmine erikaal ulatuks vahest kuni 11-ni; siis oleks võimalik saada üldise keskmise erikaalu 5,6. Et maakera süda tõesti valdavamalt rauast ja niklist koosneb, seda tunnistab meile mitte ainult maakera südame võrdlemisi suur erikaal, vaid ka maamagnetismi nähtused. Samuti on ka maa peale sattunud purunenud ilmakehade osad — meteoroid kõik koos peaaesjalikult rauast ja niklist. Oma koosseisu poolest peab nendega sarnanema ka maakera, kui ilmakeha.

Maakera sisemine temperatuur ja ehitus.

Maakera pinna ülemiste kihtide temperatuur on täiesti tingitud kahest tegurist — päikese soendamisest ja jahtumisest. Nende tegurite vastastikul mõjul tekivad temperatuuri kõikumused maakoore pealmises osas. Mõnesuguse hilisusega ja nõrgenemisega anduvad need temperatuuri kõikumused pikkamööda ka kaugemaisse kihtidesse. Päevased temperatuuri kõikumused ei küüni harilikult kaugele, vaid piirduvad üsna pinnapealsete kihtidega, aastased temperatuuri kõikumused ulatuvad aga juba sügavamaisse maakoore osadesse ja kaovad lõppeks muutumatus kihis, mis asub muutliku temperatuuriga kihhi all.

On õhu t^0 kõikumused suured, siis avaldub see ka sügavamais maakoore kihtides. Maa-aladel, nagu troopika all, kus õhuperatuur võrdlemisi ühetasane ja ainult tähtsusetu kõikumisi teeb, asub muutumatu kiht kõigest mõne meetri sügavusel. Kuid juba parajas kliimavöös leiame selle kihhi 15—20 m sügavusel maapinna all ning kontinentaalse kliimaga aladel laskub ta koguni 25 m sügavusele.

Muutumatus kihis valitseb umbes teatava koha aasta keskmine temperatuur. Seda tunnistavad pikaajalised vaatlused koobastes ja keldrites. Pariisi observatooriumi keldris näiteks näitab termomeeter juba 1783. a. saadik $11,7^0$ C.

Tegelikud temperatuuri mõõtmised puuraukudes, mäekaevandustes ja tunnelites näitavad, et, alates muutumatust kihist, temperatuur tõuseb allapoole järjekindlalt, see tähendab, mida sügavamale meie maakoore laskume, seda kuumemaks läheb seal. Meetrite hulka, mis tuleb laskuda maakoores sügavamale, et temperatuur kerkiks 1^0 C võrra, nimetatakse geotermiliseks sügavusastmeks.

See maakoore kiht, mis vahetult allub inimese uurimisele, on võrdlemisi õhuke. Sügavamad kaevandused ja puuraugud ulatuvad vaevalt 2 km maakoore¹⁾, mis tühine on maakera raadiuse pikkusega võrreldult (võrdle!). Sellepärast ei ole suudetud kindlat arvu leida geotermilisele sügavusastmele igas sügavuses. Maakera pinnakihtides annavad viimase aja uurimised selleks 20—70 m. Kuid keskmiseks geotermilise sügavusastme pikkuseks loetakse seni 33 m. Kas sama pikkus vastuvõetav on ka suuremate sügavuste jaoks, on täiesti kindlaks tegemata.

Oletades, et geotermiline sügavusaste on sama igasugustele sügavustele, saame juba 70 km kaugusel maakera sisemuses üle 2100° C. Säherduses temperatuuris muutuvad kõik meile tuntud kehad vedelaks. Nii võiksime maakera kindla koore paksust arvata umbes 70 km peale, mis ligikaudu ühe üheksakümnendiku teeb maakera raadiusest. Sellele õhukesele koorele järgneb kuni 300 km paksune kuumvedel pudrutaoline mass — magma²⁾, mis pikkamööda üle läheb maakera südameks ehk tuumaks. Missuguses olekus on maakera tuum — on teadmata. Võime seda ainult oletada. Vähemalt peaks seal valitsema üle 100 000° C temperatuur ja väga suur rõhumine. See t° on kõrgem kõigi kehade kriitilisest temperatuurist, see on, seesugusest temperatuurist, millest kõrgemal iga vastav aine ka suure rõhumise all muutub gaasi- taoliseks.

Sellepärast oletamegi, et kõik ained maakera südames, vaatamata suure rõhu peale, mille all nad asuvad, peavad olema gaasi- taolises olekus. See gaas seisab, nagu öeldud, väga suure rõhu- mise all. Selle tõttu läheneb see gaas oma tihedusega kindlatele kehadele. Niisugust olukorda, kus aine oleks gaas ja ühtlasi ka kindla keha kõvadune, ei oska meie maakera pinnal katseliselt luua. Sellepärast on meil seda olukorda ka raske kujutella.

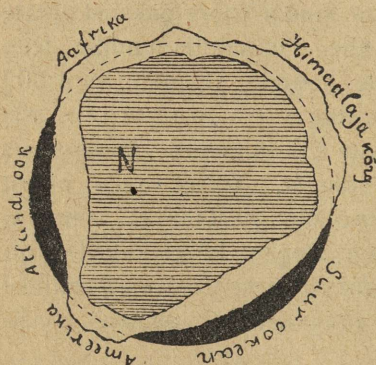
Gaasi- taoline maakera sisemus on õige suur: ta raadius on umbes 0,95 maakera raadiusest ja kindlale litosfääri koorele ning magmale jääb ainult 0,05 raadiusest.

1) Sügavamad augud maakoores on: Prziiramis Böömimaal — 1130 m, vasekaevandus Ülemjärve lähedal P.-Ameerikas 1500 m, Melbourne'i lähine Bendigo kullakaevandus 1597 m ja Czuchovi puurauk Iõuna pool Gleivitzi Ül.-Sileesias 2240 m. Viimases augus oli kõrgem t° 83,10° C 2220 m sügavusel.

2) Magma — kreeka keeli: tainas.

Kui terava pliitsiga joonistada sõõr 2 sm radiusega, siis vastaks sõõri jämedus maakera koore paksusele ühes magmakihiga, kõik muu osa ringist kujutaks gaasitaolist tihedat keha, mis ilmaruumi jõudude (tõusu ja mõõna) vastu end kindla kehana üles näitab.

Nagu näeme, valitseb maakera sisemuses väga kõrge temperatuur. See on niinimetatud ürgsoojus, mis on omane maakeral juba ta algusest peale. Alatasase kiirgumisega lahkub seda soojust ilmaruumi, ning maakera jahtub. Sisemise ürgsoojuse kõrval esinevad maakera soojuse allikatena veel aine koondumine jahtumise tagajärjel, maakoore nihked mägede tekkimise mõjul ja keemilised protsessid. Neist allikaist saab maakera seesmine soojus lisa, mis pärast maakera ka väga aeglaselt jahtub.



5. joonis. Tasakaal mandrite ja ookeanide põhjade vahel.

Maakera kindla koore osad kerkivad paiguti mandritena ja neil asuvate mägedena kõrgesse üles. paiguti jälle laskuvad litosfääri osad teisel ookeanide põhjadena madalamale. Pealiskaudsete vaatluste põhjal peaksime oletama, et seal, kus litosfäär mandritena üles kerkib ja järjekult mass suurem on, ka raskustung suurem on kui ookeanide kohal, kus mass vähem on.

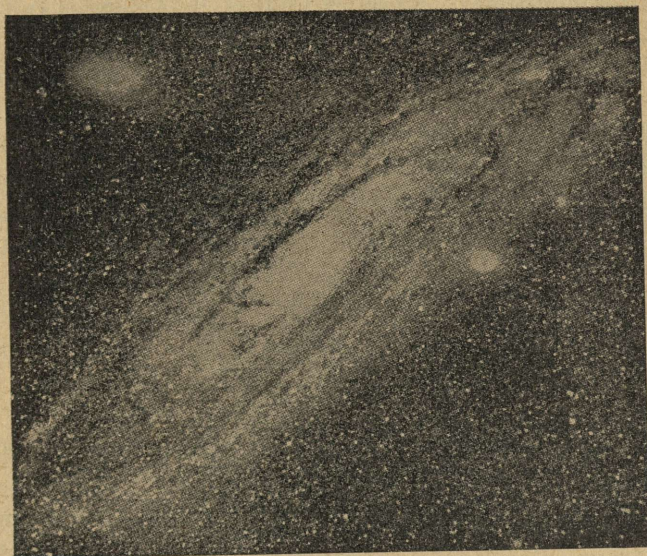
Kuid raskustungi mõõtmised näitavad, et seda ei ole. Niihästi ookeanide kui mandrite kohal osutub raskustung peaaegu normaalseks. Säärane nähtus on võimalik ainult sellepärast, et mandrite ja mägede juures, kus ruumala suurem, on selle võrra jälle aine tihedus vähem kui ookeanide põhjas, kus vähema ruumala tasub aine suurem tihedus.

Tuletame nüüd meelde, et maakera kindla koore paksus küünib ümmarguselt ainult 100 km:ni. Selle kindla koore all asub vedel magma, millel ujub litosfäär. Siin on nüüd väga tähtis, et üksikute litosfääri osade tihedus erineb. Selle tagajärjel võivad tihedamad litosfääri-osad, nagu ookeanide põhjad, sügavamale vajudes, vähem tihedaid osasid mandritena üles kergitada. Nii valitseb mõlemite nende litosfääri osade vahel tasakaal ehk isostaasia (5. joon.).

Maakera ajalugu.

Maakera tekkimine.

Nebulaarhüpotees. Maakera tekkimine kaob tundmata minevikku, ning võimatu on järeldada isiklikest tähelepanekuist, mis teel võis moodustuda maakera; sellepärast tuleb leppida ainult



6. joonis. Päikesesüsteemi tekkimise selgituseks.
Udukogu Andromeda tähtkujus.

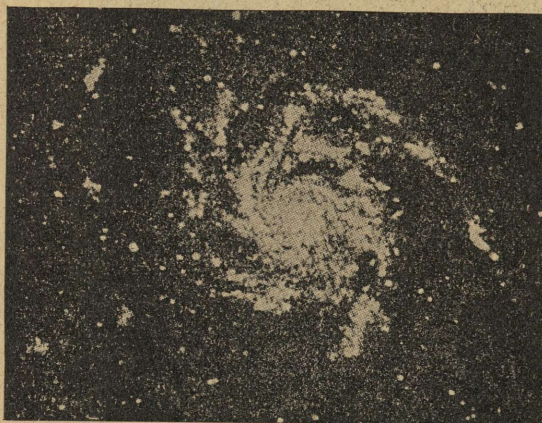
oletustega ehk hüpoteesidega. Laialdast poolehoidu on leidnud oma lihtsusega niinim. nebulaarhüpotees¹⁾ ehk udukogude hüpotees.

Nebulaarhüpotees sõlmib tekkeliselt ühiseks koguks kõik päikesesüsteemi osad. Ta arvamise järgi on päikesesüsteem kujunenud ühisest udukogust, mille taolisi veel praegu on leida ilma-ruumis. See udukogu koosnes kõrge temperatuuriga hõredast gaasist ja pöörles oma telje ümber. Jahtumise ja aine koondumise tagajärjel kiirenes pöörlemine ja keha omandas tugeva lamenu-

1) Nebula — udu. Seda hüpoteesi nim. ka Kant-Laplace'i hüpoteesiks. I. Kant, Saksa mõttetark (1724—1804), avaldas esimesena selle 1755. a.; pärast töötas selle kallal veel inglise astronoom Herschel ja kindla süsteemina esitas ta prantsuse matemaatik Laplace, oma teoses „Exposition du système du monde“.

duse. See viis lõpuks mõne pöörleva sõõri eraldumisele keskkehast. Ringid purunevad ja koonduvad planeetideks, milledest igaüks pöördes oma telje ümber omakorda sama areneemiskäigu läbi teeb (6. joonis). Nende ringidest moodustuvad kuud.

Nii oli, selle hüpoteesi järgi, maakera aastatuhandete eest gaasitaoline keha, mida kattis väljastpoolt õhuke vedel kestake ja ümbritses atmosfäär. Viibides külmas ilmaruumis, kuhu kiirgas alatasa soojust, hakkas ta jahtuma. Vedel pind, mis kiiremini jahtus, tardus, tekitades kindlat koori, mis alatasa paksenes.



7. joonis. Päikesesüsteemi tekkimise selgituseks.
Spiraaluudu Suure-Vankri tähtkujus.

kuumvedel magma, litsutud jahtumisel kokkukiskuva koore alla, tungib viimast osalt välja maakoore pinnale, osalt tardub. Alatasase jahtumise tagajärjel tekkis maakerale kindel koor, mis järjest paksenes. Temperatuuri madaldamine võimaldas koonduda ka veeaurudel, mis maakerale nõugusid merede ja ookeanide näol. Oli pikaldasel maakera jahtumisel temperatuur alanenud alla 50°C , siis võisid maakerale ka esimesed elusad olevused tekkida (miks mitte varemini?).

Teiseks laiemalt tuntud hüpoteesiks ehk oletuseks, mis maakera tekkimist seletab, on niinimetatud planetaalühüpotees. Selle oletuse järele tekkis maakera spiraalsest udukogust, mille sarnaseid veel tuhandeid ilmaruumis (7. joonis). Neil udukogudel on keskel sõlmetaoline tihendus, mille kahest vastastikku olevast punktist välja ulatuvad kaks tugevasti lookunud haru. Neis spiraalitaolistes harudes on jällegi sõlmetaoliselt tihenenud kohti. Säärane udukogu koosneb arvutahulgast väikestest kindlatest kehast, mida nimetatakse planetesi-

maalideks. Sõlmekohtadel ja keskuses on planetesimaalid tihedamalt koondunud. Sõlmekohad on tulevaste planeetide algekohad. Külgetõmbe-tungi mõjul koondub neisse sõlmissse ikka enam ja enam ilmaruumist ainet, kuni neist sõlmedest kasvavad planeedid, teiste seas ka maakera. Meteoride ja kosmilise tolmu näol, mis maakerale alatasa langevad, kestab ainese koondumine maakerale veel praegu edasi, olgugi nõrgendatud kujul. Üksikuis planetesimaalides peidetud elav jõud muutub planetesimaalide koondumisel soojuseks, mis annab ka neist tekkinud planeetidele nende kõrge seesmise soojuse.

Maakoore koosseis.

Kiviliigid. Pinnavormid ja teised maakoore nähtused on hästi mõistetavad siis, kui tunneme maakoore koosseisu. See koosseis on väga mitmekesine. Seal leidub vett, gaase, tardumatuid tulivedelaid masse ja kõige enam kindlakehalist ainet, mida nimetame kiviliikideks. Kiviliigid võivad esineda kaljutaolisena või pudevana, nagu liiv. Kiviliigi koosseis pole ühtlane (homogeenne), vaid on erinev kiviliigi üksikuis osades. Samuti lahkuminevad on kiviliigi üksikute osade füüsilised omadused. Need kiviliigi kaks omadust on tunnusteks, millega kiviliik erineb mineraalist, millel kõigis osades sama keemiline koosseis ja samad füüsilised omadused. Kiviliigi moodustamiseks annavad ainet kõige pealt mineraalid ning vähemal määral ka loomad ja taimed. Moodustub teatud kiviliik ainult ühest mineraalist, siis nimetame seda liht-kiviliigiks (kivisool, kips, marmor jt.); on selle kujundamisest osa võtnud mitmed mineraalid, siis kõneleme liit-kiviliigist (graniit, gneis jt.) Kiviliike, mis koosnevad teiste kiviliikide kildudest, olgu need killukesed lahtised (liiv, sõmer), või ühendatud sideainega, nimetame murd-kiviliikideks.

Kiviliikide tekkimine. Tekkeliselt jagunevad kiviliigid kolme rühma: 1) Tard-kiviliigid, 2) moond- ehk oos- ja 3) sette- ehk uht-kiviliigid. Tard-kiviliigid on tekkinud sulast magmast tardumise teel. Neis puuduvad seepärast ka organismide jäänused. Ehitusliselt on nad kristallised ja neis puudub kihilisus, mispärast neid ka massilisteks kiviliikideks kutsutakse. Valdavamalt on tard-kiviliigid kujunenud suures sügavuses maa-

koore sees ja uurimistele avanevad nad alles siis, kui pealmised kiviliigid mingil viisil ära kantakse. Pinnapealsed tard-kiviliigid on tekkinud purske teel, seepärast nimetatakse neid ka pursk-kiviliikideks. Neist on tähtsam laava, mida välja heidavad tulemäed. Tard-kiviliike, mis tekkinud maakera alguajal, kutsutakse ka ürg-kiviliikideks, nagu graniit, süeniit, porfüür, dioriit jne. Oma suure vanuse, keemilise koosseisu ja kristalse ehituse poolest lähenevad tard-kiviliikidele moonnd- ehk oos-kiviliigid, mis maakoos laialdastel aladel esile tulevad. Nende hulka kuuluvad marmor, varesekivi ehk gneis, vilgu-kildkivi jt. Uurimused näitavad, et need kiviliigid on kujunenud ürgtard- ja ürgsette-kiviliikidest ümbermoodustumise teel. Tungib nimetatud kiviliikidest läbi vedel, tulikum magma, siis kuumevad ja muutuvad sulaks magma vooluga kokkupuutuvad maakoore osad ning neis sünnib molekulite ümberasetus, nad kristallinevad ja kihituvad. Tekivad moondkiviliigid. Kuid kiviliikide moonndus võib sündida ka teisel teel. Alatasase jahtumise tagajärjel tõmbub maakera kokku ning sunnib üksikuid maakoore osasid paigalt teisale nihkuma, siirduma. See siirdumine avaldab teiste maakoore osade peale hiiglarõhumist, mis on kiviliikide ümbermoodustumise peapõhjuseks. Kaasa aitab siin veel siirdumise tagajärjel tekkinud ja sügavusega ikka kasvav temperatuur. Tard- ja moonnd-kiviliigid on aluseks maakoorele, selle suuremat osa moodustades. Sagedasti on nad varjatud sette-kiviliikidega, mille paksus võib ulatuda kuni 30 000 m:ni. Kodumaal ei esine tard- ja moonnd-kiviliike otsekohe maapinnal, vaid nad on kaetud sette-kiviliikidega. Maapinnal näeme tard-kiviliike ainult rändrahnude näol, mis hõredamini või tihedamini katavad meie põlde, niite ja metsi.

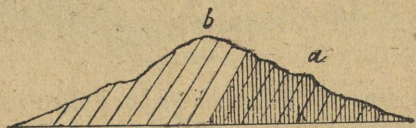
Seepärast on meile sette-kiviliigid kaugelt tähtsamad kui tard-kiviliigid. Tavaliselt moodustavad sette-kiviliigid maakoore pealmise, välimise osa ning on inimesele kergesti kasutatavad. Nad on tekkinud elusate organismide, õhu ja vee mehaanilise ja keemilise tegevuse tagajärjel ning on harilikult kihilise ehitusega, mis avaneb sügavais orgudes ja muis maakoore läbilõigetes. Sette-kiviliikide hulka kuuluvad liivakivi, lubjakivi (paas), kivisool, kivisüsi, savi, liiv, kriit, dolomiit, mergel, lõss jt.

Kodumaa sette-kiviliigest nõuavad erilist tähelepanu oma majanduslise tulususe ja laialdase levimise poolest lubjakivi, mis

Põhja-Eesti ja saarestiku aluspõhja moodustab, ja kips, mida kitsamal alal leidub Irboska ümbruses. Lubjakivid on küll oma enamikus jämedateralised, mis eeskätt ainult lubja põletamiseks ja ehitusmaterjaliks kõlvulised, kuid leidub ka tihedaid lubjakivisid (Vasalemma, Märjamaa, Kaarma ümbruses jm.), mida võimalik tahuda ning siledaks nühhkida. Paiguti leidub ka savirohket pehmet lubjakivi, mida mergliks nimetame, ja kõva ning habrast süsihaput magneesiumi sisaldavat lubjakivi ehk dolomiiti. Üle kogu kodumaa leidub veel rühka, s. o. nürklisi kivikilde, mille mannerjää oma taganemisel maha jättis, veerkive, mis kuhjunud peasjalikult pikiks seljakuiks, kruusa, sõmerat, liiva ja savi. Neist kiviliigest levib laiemalt just viimane. Sisaldab ta rühka, siis nimetada rühksaviks. Rühksavi on tekkinud mannerjää all.

Sette-kiviliikide kihilise ehituse põhjuseks on settimise tingimuste ja setete muutus. On settimise tingimused ja setted kauemat aega ühe ja sama iseloomuga, siis tekib ka paksem kiht ja vastupidi, mida sagedamini vahelduvad settimise tingimused ja setted, seda enam tekib ka uusi kihte ja seda õhemad on need.

Merepõhjas tekkinud sette-kiviliikide kihid on harilikult peaaegu rõhtsad või ainult vähe lāngus. Iga kiht on piiratud kahe rööbiti mineva pinnaga. Nende kahe pinna kaugust teineteisest nimetame kihi paksuseks. Üksikuil juhtudel võivad mõned kihid ühele poole õheneda ja meile näib, nagu suruksid teised kihid neid välja. Need oleksid väljakiilunud ehk suidunud kihid. Liivahangedest leiame teissugust nähtust. Seal on lühikesel alal



8. joonis. Rööpsed kihid.

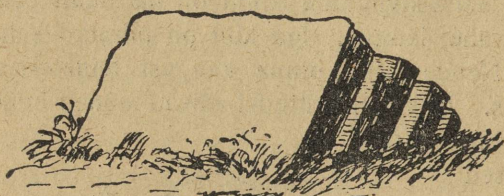
mārgata kihtide asendi vaheldust. Paljandis kujuneb, nagu põimuksid kihid üksteisest läbi. Säärast kihitust nimetame põimjaks kihituseks. Asetsevad kihid üksteisega paralleelselt, siis tähendame seda rööpseks ehk konkordantseks kihituseks (8. joonis). Mere põhjas tekkinud rööpsete kihtide rõhtsus seis võib maa-kerasisejõudude mõjul muutuda, kihid võivad üles kergituda ja püsti või lāngu asetuda. Satuvad need kihid mõne aja pärast uuesti merepõhjaks, siis katavad neid setteained uuesti rõhtsate kihtidena. Kuid uued kihid, mis rööpsed omavahel, pole enam

rööpsed endistele kihtidele, vaid nende vahel on teatav nurk. Säärast kihitust nimetame põikseks ehk diskordantseks kihituseks (9. joon.).



9. joonis. Põiksed kihid.

Kihtide ehitust ja asendeid on võimalik hästi vaadelda paljandites, milleks nimetame kohta, kus mulla või teiste kihtide alt paljanevad teatud kihid. Paljandid võivad olla kunstlikud või loomulikud. Kunstlikkude paljanditena näeme liiva-auke, paemurde, savi-auke, turba-auke, kanaleid jne.; loomulikud paljandid esinevad jõgede orgudes, mererannikul jne. Paljandites saame just läbilõigud ehk profiilid kihtidest. Nendes katkevad kihid järsku, moodustades kiihiotsi. Siin näeme, kuidas üks kiht (lamav) vaheldub teisega, pealolevaga (lasuv kiht). Siin on ka võimalik mõõta kihtide paksust, vaadelda langust ja ulatust. Langust nimetame seda nurka, mis tekib kihipinna ja rõhtpinna vahel. Seda mõõdetakse kraadides. Ulatust on joon, mille



10. joonis. Rööpsete kihtide otsad. Rõhtsihis — kihtide ulatus ja sellele ristsihis — lang. Üksikute kihtide läbimõõt annab kihtide paksuse.

rõhtpind lõikab kihipinda. Seda tähendatakse ilmakaartes. Näiteks on kodumaa kihtide lang lõuna poole kuni 5° ja ulatus läänest idasse. Paksus, lang ja ulatus on väga tähtsad kihtide tundmaõppimises ja kasutamises (10. joonis).

Maakera ajalugu.

Kivistised. Sette-kiviliikide uurimine, nende lademetes asend, neis leiduvate organismide jäänused ja jäljed — kivistised võimaldavad jälgida maakera ja ta elanikkude arenemise lugu läbi aastatuhandete ja miljonite. Eriti väärtuslist toetust tähtsate otsuste ja järelduste tegemisel pakuvad kivistised ehk fossiilid. Kivististeks nimetatakse maakera ajaloo varemate perioodide taimede ja loomade jäänuseid, nagu kondid, hambad, karbid, puulehed jne., jalajäljed ning valatised, mis sängitatud ja varjatud sette-kiviliikides.

Meie ajani säilinud kivistised on väga mitmekesised ja mitmekujulised. Mõnesugustes konserveerivais aineis on alal hoidunud isegi varemate aegade loomad tervetena, nagu mammutid Siberi jääs.

Pehme savi, liiv, muda varjas eneses loomade jälgi kui ka terve sissevajunud organismi kujundi. Sattus mõni loom pehmele savile või niiskele rannaliivale, siis jättis ta sinna oma jäljed. Jäljed kuivasid seest ja täitusid pärast setetega, mis täiesti jälje kuju omasid. Samuti sündis ka loomade või taimede organismidega, mis sattunud mere põhja. Nad kattusid seal pealt setetega ja kui looma või taime organism ära sulas, siis täitus järelejäänud õõs, millel täieline sarnasus organismi välise kujuga, mõne teise ainega, mis omas sama kuju ja nüüd säilinult organismi valatist esindab. Kuid võõrad mineraalained, nagu lubi, ränihape võisid täita mitte ainult organismide jälgi, vaid tungida ka organismide kehade õõntesse ja pikkamööda asendada järjest sulavat ja eemalduvat organismi ainet. See aine asendumine sünnib sedavõrt täpsalt, et endine organismi kuju täiesti nähtavale tuleb. Nii võivad näiteks puulehed ja tüveosad peenusteni alal hoida isegi oma koetise (struktuuri). Kivistist, mis eraldi iseloomuline mõnele sette-kiviliigi kihile ning mis võimaldab kihtide vanust määrata — nimetame juhtkivistiseks ehk juhtfossiiliks.

Kivistised annavad meile kujutelma taime- ja loomariigi arenemisest eelmistel geoloogilistel ajajärkudel; võimaldavad meile määrata maakera koore kihtide võrdlevat vanust, otsustada varemategsete kliimaliste olude ja merede ning mandrite vahekorra üle.

Maakoore kihtide liigestus. Iga maakoore-kiht vastab oma kujunemisege teatavale ajavältusele. Selle aja iselist ehk absoluutset pikkust on raske määrata. Küll võime, võrreldes kihte omavahel, kõnelda nende suhtelisest ehk relatiivsest vanusest. Ühel ajal ja viisil moodustunud ja üheliigiliste organismide jäänuseid sisaldavaid kihte ühendame lademeks, lademeid seome ladestikkudeks, ladestikke — ladestuiks ja viimaseid ladekondadeks. Ladekond on seega kõige laiem mõiste. Lademest vähemad ühikud on vöö ja kiht. Vöö on teatud hulk kihte, mis on ilmestatud kindlast loomastikust või iseäranis silmapaistvast juhtkivistisest.

Ajaliselt vastab ladekond — aegkonnale, see tähendab, seda aega, mil kujuneda võis üks ladekond, nimetame aegkonnaks.

Ladestu tekkele vastab ajastu, ladestiku tekkele ajastik ja lademele iga ning vööle ja kihile põlv ning välde.

Aja ja setete vahekorda selgitab allolev tabel.

S e t e	A e g
Ladekond	Aegkond
Ladestu	Ajastu
Ladestik	Ajastik
Lade	Iga
Vöö	Põlv
Kiht	Välde.

Praegu eraldame suhtelist vanust silmas pidades maakera ajaloos viis järgmist aegkonda:

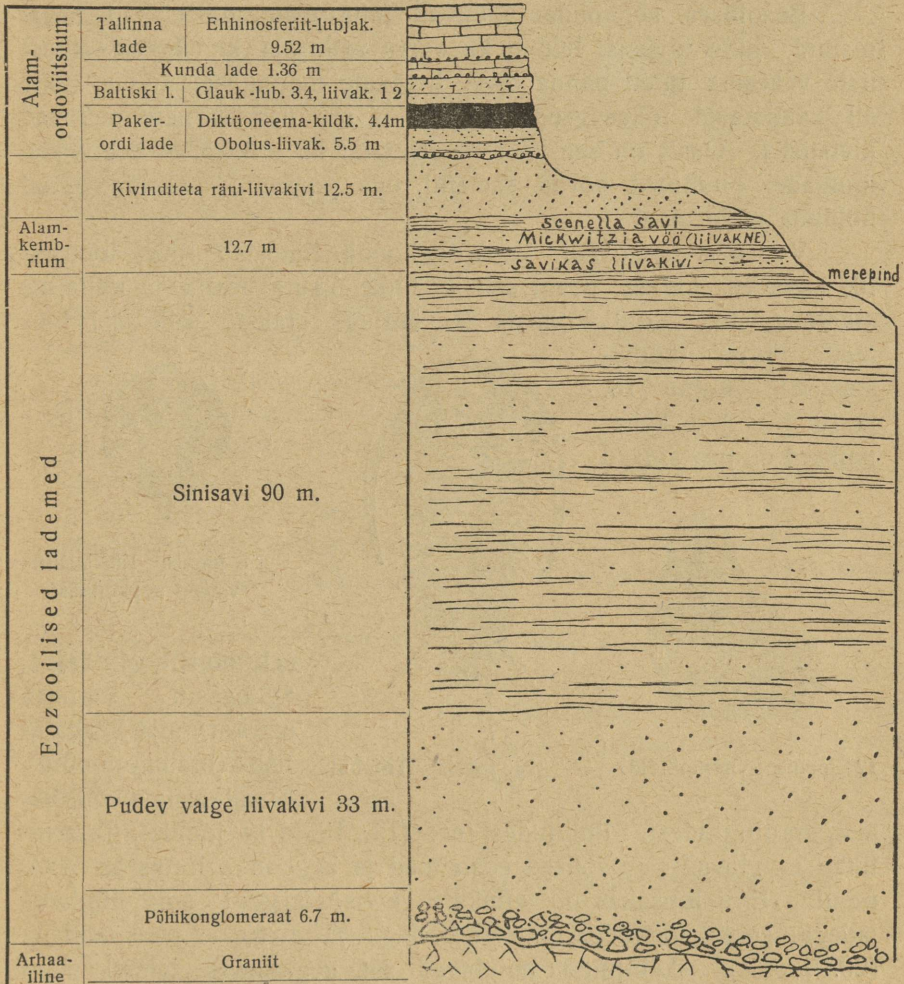
1. Uus aegkond ehk kainozoiline¹⁾ ladekond.
2. Keskaegkond ehk mesozoiline²⁾ ladekond.
3. Vana aegkond ehk paleozoiline³⁾ ladekond.
4. Agu-aegkond ehk eozoiline⁴⁾ ladekond.
5. Ürgaegkond ehk arhailine⁵⁾ ladekond.

Ürg-aegkond. Suhteliselt on kõige vanem ürg-aegkond, mis algab siis, kui vedelale maakerale tekkis ümber kindel koor, ja lõpeb siis, kui ilmusid esimesed elusad olevused maakerale. Arhailises ladekonnas puuduvad seepärast ka organismide jäänu- sed, ning meie võiksime seda aegkonda nimetada sellepärast ka azoiliseks⁶⁾ ehk eluta aegkonnaks.

Ürgaegsed kiviliigid kuuluvad peasjalikult kristalsete kiviliikide hulka ja levivad võrdlemisi laialdasel alal, kerkides Skandinaavias, Kanadas, Austraalias j. m. otse päevavalgele. Osa neist kiviliigest on massilised (graniit, süeniit, dioriit jne.), osa kihilised (gneis, vilgu-kildkivi jne.). Viimased kiviliigid on kujunenud ürgsettekiviliigest moondu- se teel. Arhailised kiviliigid esinevad meile kahel kujul: 1) laialdaste massiivide või platoode näol (Skandinaavia j. m.) ja 2) ahelmäestikkude keskosas keskahelat moodustades (Alpides, Himaalajas). Eestis asuvad selle aegkonna kiviliigid sügavas teiste all.

1) Kainós kreeka keeli uus; zoe kreeka keeli elu. 2) mészos kreeka keeli kesk-, keskmine. 3) palaiós kreeka keeli vana. 4) eos kreeka keeli agu, koit. 5) archaios kreeka keeli väga vana, algeline, ürg. 6) a tähendab kreeka keeles eitamist.

Agu-aegkond. Ürg-aegkonna kiviliigel asuvad sageli agu-aegkonna ehk eozoikumi kiviliigid, mis sarnanevad ürg-kiviliikidega tihti selle poolest, et neis rohkesti leidub metamorfi-



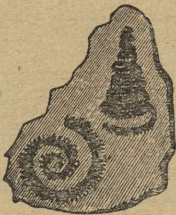
11. joonis. Läbilõik Tallinnas Kadrioru juures (H. Bekkeri „Ajalool. geoloogia õpperaamatu“ järele).

seeritud kiviliike. Kuid moond-kiviliikide kõrval esindavad ses aegkonnas tähtsat osa ka murd-kiviliigid, nagu liivakivid, konglomeraadid, savid, savi-kildkivid jm. Nagu puurimised näitavad, esinevad ka Eestimaa aluspõhjas eozoilised konglomeraadid ja sinisavi.

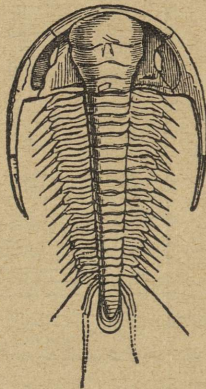
Nende kihtide kogupaksus ulatub ligikaudu 130 m:ni (11. joonis). Suuremas ulatuses asuvad need kihid merepinnast madalamal, ainult Virumaa rannal kerkib sinisavi kuni 15 m üle merepinna.

Eozoilises aegkonnas ilmuvad juba esimesed elusad organismid, mille kivistisi leidub ka harva selle aja kiviliiges. Kivististe vähesust tuleb panna osalt tugevate moonduste arvele, mille all kannatasid toleaeagsed kiviliigid ja mis hävitas neis peituvad kivistised. Osalt on see vähesus seletatav ka sellega, et eozoilistel loomadel puudusid kõvad skeletid, mis paremini oleksid võinud hoiduda meie ajani.

Vana aegkond. Vana aegkonda ilmestab rikas loomastik meredes, millele peagi seltsib uhke maataimestik ja küllaline maaloomastik. Kuid lõpmata lai kuristik eraldab selle aja loomade tüüpe nüüdisaegseist. Kalad (18. ja 19. joon.) ja kahepaiksed on pea ainsad



12. joonis. Graptoliidid.



13. joonis. Trilobiit.



14. joonis. Käsijalaline vanast aegkonnast.

selgrootiste esindajad. Sellevastu kubiseb meri arutuist käsijalalist (brahhiopoodid), korallidest, mereliiliat-

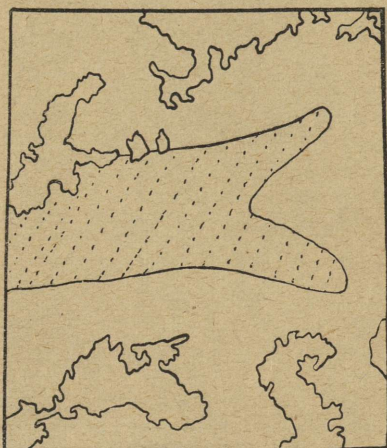
test, graptoliitidest, trilobiitidest jne. (12., 13. ja 14. joonis). Taimestikku esindavad puutaolised eostaimed ja aegkonna lõpus ka okaspuud. Eriti lopsakas oli taimkate kivisöe-ajastul oma hiiglaosjadega, soomuspudega, pitseripudega ja esimeste okaspuudega (20. joonis). Lehtpuud puuduvad ses aegkonnas täiesti, nagu ka loomadest linnud ja imetajad. Vana aegkonna kiviliigid on peaaesjalikult lubja- ja liivakivid, mis enamikus settinud meredes, kuid esineb ka pursk-kiviliike, mis näitab, et sel ajal olid sagedad ka vulkaanide pursked.

Vana aegkond jaguneb kuude ajastusse või vastavalt kuude ladestusse. Kõige vanem neist on kembrium, millest

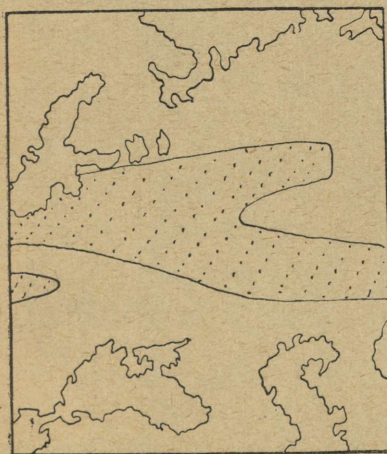
Eestimaa aluspõhjas esineb ainult alam-kembriumi ladestu, kuna ülemised, kesk- ja ülem-kembriumi ladestud meil puuduvad. Kembriumi ladestu koosneb Eestimaal peaaegjalikult liivakividest (11. joonis).

Järgmine ladestu on ordo-
viitsium (15. joonis), mis kolme — alam-, kesk- ja ülem-ordoviitsiumi ladestuks jaguneb.

Ordoviitsiumi ladestu koosneb peaaegjalikult lubjakividest, ainult alamordoviitsiumis esinevad ka liivakivid ja kildkivid. Ordo-
viitsiumi ladestu moodustab Põhja-Eesti aluspinna, avanedes kõrges paekaldas ja jõgede orgudes ning hulgas paemurdudes. Meie maa alam-ordoviitsiumi lademeist võiks nimetada eneses vähesel määral õlisid



15. joonis. Ordoviitsiumi meri (täpitud).



Kesk-devooni algus.

17. joonis. Keskdevooni meri (täpitud).

diktüoneema-kildkivi, mis (kuni 6%) sisaldab (11. joonis). Ida poole läheb diktüoneema lade õhemaks ja suidub Narva juures. Kesk-ordoviitsiumi lademeist väärrib erilist tähelepanu oma suure majanduslise tähtsuse poolest Kruuse lade (16. joonis), mis õlirikkaid kihte sisaldab ja meile põlevkivi annab. Keila lademest saadakse Vasalemma marmorit.

Siluuri ladestu, mis järgneb ordoviitsiumile, on aluspinnaks Põhja-Eesti maakondade lõunapoolsetele osadele ning Tartu-, Viljandi- ja Pärnumaa põhjapoolsetele osadele. Nimetatavad on Raiküla ja Saaremaa lade, mis mõlemad niinim. marmorit annavad, esimesel

1.



2.



3.



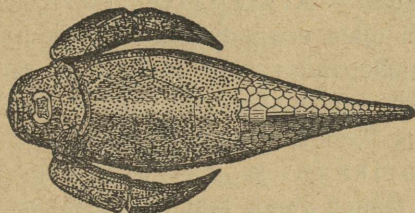
4.



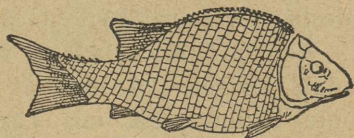
16. joonis. Kivistised Kukuruse lademes. (H. Bekker'i „Ajalool. geoloogia õpperaamatu“ j.).

on murrud Karina (Järvemaal) ja Märjamaa (Läänemaal) juures, teisel Kaarmas (Saaremaal).

Devooni ladestust leidub Eestimaal ainult keskdevooni (17. joonis) vana puna-liivakivi, mille põhjapoolne piir ulatub



18. joonis. Kilpkala devooni ajastust.



19. joonis. Soomuskala permia ajastust.

Kodavere — Maarja-Magdaleena — Kursi — Navesti jõe — Pärnu jõe jooneni. Ta avaneb paljudes jõeorgudes (Emajõe orus, Taevaskojal, Viljandi Kantsimäel, Loodi orus, Põrguorus ja mujal). Liivakivi on



20. joonis. Maastik kivisöe ajastust.

punane, peeneteraline, kuivalt kõva, niiskelt pudev ja sisaldab palju vilgukivi. Vahekihtidena leidub puna-liivakivis ka savi- ja dolomiidikihte, Eesti lõunapoolses nurgas, Irboska juures ka kipsi. Kivististe arv on väike, mis lubab arvata, et puna-liivakivi rannaäärses

madalmeres, osalt mandril on settinud (18. joonis). Viimast asjaolu toetab ka liivakivi põimjas kihitus, mis tuule tegevuse peale tähelepanu juhib.

Kaks viimast paleozoolist ladestut — kivisöe ehk karboni ladestu ja permi ladestu — ei ulatu enam Eestimaa piiridesse (19. joonis). Kivisöe ladestu on tähelepanuväärne selle poolest, et seal leidub kivisütt (20. joonis). Kivisöe ajastu ilmestub suurte maa-koore liikumistega, mis Lääne- ja Kesk-Euroopas kergitasid üles kõrgmäestikud, niinimetatud Armorigaani ja Varisci Alpid. Praegu on neist mäestikest järele jäänud ainult ärauhetud jäänused üksikute madalamate mäetompude näol nagu Harzi, Tüüringi metsa, Vogeesi jt. mäestikud. Ka Uurali mäestiku kerkimine algas karbonis, kuid lõppes alles permis.

Kesk-aegkonnal ilmusid juba nüüdisaja eluilma eelkäijad, kuid maaloomade hulgas etendasid peaosa siiski roomajad ja meredes — ammoniidid, belemniidid ja nende sugulased (21. ja 22. joonis). Mõned roomajate esindajad jõudsid kasvuldasa hiiglasuuruseni, nagu brontosaurused, ihtüosaurused (23. joonis). Nii ulatus ühe sisaliku (sauruse) — atlantosaurus'e — pikkus 40 m:ni. Neil oli tavaliselt väike pea pika kaela otsas, ning nad olid kohanenud elule vees. Teised roomajaist võisid ka lennata, nagu pterodaktülus (24. joonis). Selle aja lõpul ilmusid esimesed lehtpuud, linnud ja imetajad loomad kukkurloomade näol (25. joonis), kuna ära kadusid kilpkalad, trilobiidid, pitseri- ja soomuspuid ja kalamiidid.



21. joonis. Ammoniid juura ajastust.

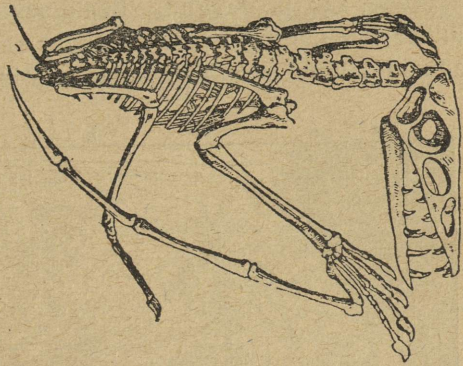


22. joonis. Belemniid.



23. joonis. Ihtüosaurus (kalasisalik).

Mesozoiline ladekond jaguneb kolmeks ladestuks: 1) triase, 2) juura ja 3) kriidi ladestuks. Esimene neist, nimelt triias, koosneb peaaesjalikult liivakividest (kirju liivakivi Saksamaal), teistes esinevad enamikus lubjakivid. Juura ajastus võib märgata kliimavõõde tekkimist maakeral. Kriidi ajastu on oma nime saanud rohkeilt kriidilademeilt, mis sel ajal tekkinud.



24. joonis. Pterodaktiilus.



25. joonis. Juura ajastu maastik. a — palmid; b — pterodaktiilus; c — saagopalmid; d — arheopteriks; e — araukaariad; f — belodon; g — ihtüosaorus; h — brontosaurus; i — sõnajalalised palmid; k — teod; m — korallid; n — belemniidid.

Uus aegkond. Uus aegkond ehk kainozoikum erineb vanemaist juba oma kiviliikidega, mis enamasti pehmed ja pudevad liivakivid, sau ja merglid. Peale selle omandasid taimed ja loomad nüüdse laadi, ning imetajate liigid said valdavama seisukoha. Ära kadusid suured sisalikud, ammoniidid, belemniidid jne.



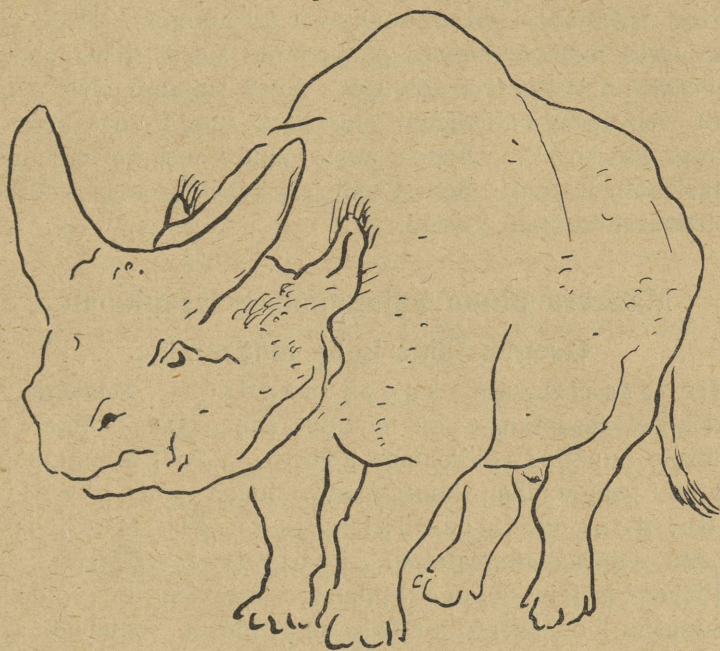
26. joonis. Kolmisajastu maastik. a — lehtpuud; b — osjad; c — sõnajalad
d — lehvikpalm; e — palm; f — elevant; g — ninasarvik; h — kaelkirjak;
i — jõehobu; k — mastodon; l — palmid; m — sebra; n — hiiglapõder.

Kainozoikumi algust — kolmis- ehk tertsiäärastut — iseloomustavad hiiglaimetajad, kellest paljud liigid nüüd välja on surnud, nagu mastodon (26. joonis), brontoteerium (27. joonis), mammut jt. Tertsiäärastu keskajastikus (miotseenis) tekkisid praegused maakera kõrgemad mäed Alpid, Püreneid, Apenniinid, Karpaadid, Kaukasus, Himaalaja, Kordiljeerid jne. Uue aegkonna teine osa, nimetatud neljis- ehk kvartäärastuks, jaguneb kaheks ajastikuks — diluuviumiks¹⁾ ja alluuviumiks²⁾. Diluuviumis kujunes maakera pind sääraseks, nagu me teda praegu

1) Diluuvium (*diluere* — ära uhtma).

2) Alluuvium (ladina keeli *alluvio*, sõnast *alluere* — külge uhtma).

näeme. Seepärast on selleaegsed meresetted ainult mandrite äärtel vähesel määral näha. Diluuviumis kattusid polaarsed ja paraskliima-vööde maa-alad paksu mannerjääga, mille jälgi me



27. joonis. Brontoteerium.

võime kohata igal pool ka kodumaal moreen-kuhjatiste näol. Diluuviumi iseloomulisemaks nähtuseks on inimese esinemine maakeral,



28. joonis. Läbilõik Eesti aluspõhjast.

mida tõestavad arvurikkad riistade leiud selle aja lademeist, samuti ka mõned luude leiud.

Alluviaalne ajastik on käesolev aeg, mille setteid saame ainult piiratud kujul tähele panna. Nagu valitseb suur mitmekesisus nüüdse aja — alluuviumi — kihtide tekkimises, nii oli see ka eel-läinud ajastustel. Kohati leiame ladestuid, mis pidevalt kestavad

teataval maa-alal terve ajastu läbi, tükati leiame aga üksikute ladestute või nende osade puudumist. Nii puuduvad meie kodumaal kesk- ja ülem-kembriumi lademed, nagu ka devooni ajastule järgnevad ladestud, kuni diluuviumini (28. joonis). Selle nähtuse peapõhjuseks loetakse merede ja mandrite alalist vaheldust. Meri ja maismaa on katkemata võitluses. Kord taandub meri (regressioon), vabastades üleuhetud alu, kord tungib ta mandri peale (transgression¹), vallates uusi mandri osi ja moodustades seal uusi uhtlademeid. Sellest alalisest vaheldusest kujunevad kihide pidevusse mulgud, laided.

Maakera pinna kujundamine tasapinnale.

Geograafiline koha määramine.

Geograafilised koordinaadid. Maakera pinna kujundamisel tasapinnale on tarvilik enne teada kõikide sinna märgitavate punktide või kohtade asendit. Selle asendi määravad ära kolm geograafilist koordinaati, nimelt geograafiline pikkus, geograafiline laius ja kõrgus merepinnast ehk, nagu seda ka nimetatakse, absoluutne kõrgus.

Pikkus- ja laiussihtide kujutamine maakeral on võimaldatud mõnesuguste loodusliselt kindlate punktide ja joontega. Nende punktide ja joonte olemasolu on tingitud maakera pöörlemisest ja liikumisest taevaruumis.

Loodusliselt kindlaks kujunenud punktid ja jooned oleksid järgmised:

Nabad (poolused) — on punktid, kus maakera pöörlemiselg maakera pinda lõikab. Poolused ei võta osa maakera pöörlemisest, vaid püsivad liikumata. Neis punktides puudub selle tõttu jaotus päeva-aegadeks (miks?). Samuti jooksevad sinna kokku kõik pikkussihid (meridiaanid), mispärast puudub ka võimalus orienteeruda seal ilmakaarte järele.

Ekvaator (poolitaja) — on suur sõõr, mis täisnurgi lõikab pikkussihte. Ta jaotab maakera kaheks poolkeraks — põhja- ja lõuna-poolkeraks. Ekvaatori asend on tingitud pooluste asendist.

1) re — tagasi; trans — üle; gradi — astuma, sammuma, minema.

1. Laiussihid. Laiussihid on ringjooned, mida kujutleme minevat rööbiti ekvaatoriga. Kaugenedes põhja või lõuna poole ekvaatorist, väheneb ka laiussihtide pikkus. Ekvaator on kõige pikem laiussiht ja poolus kõige lühem. Viimase raadius võrdub 0-ga.

Igal kohal maakeral on oma laiussiht, järjekult võime tõmmata laiussihtide lõpmata palju. Iga laiussiht lõikab pikkussihtide täisnurgi kaks korda, kord kummaldi maakera poolikul. On kokku lepitud pikkussihtide ringjooni jaotada 360° , iga kraadi $60'$ ja iga minutit $60''$. Et iga laiussiht pikkussihtide ringjooni kaks korda lõikab, siis on arusaadav, et meil pikkussihtide ringjoonte 360° -liseks jaotamiseks 180 laiussihtide on vaja tõmmata, see on 90 laiussihtide kummalegi poole ekvaatorit. Sel põhjusel loeme ekvaatorist, mis 0° -ga tähistatakse, põhja poole 90° ja lõuna poole 90° ühel maakera poolikul ning sama palju teisel poolikul.

Antud koha geograafiline laius on meridiaani kaare pikkus ekvaatorist kuni antud kohani. Nii loeme me laiuskraade mõõda pikkussihtide. Tavaliselt ei mõõdetata meridiaani kaare pikkust tegelikult, vaid antud koha geograafiline laius määratakse astronoomilisel teel.

Mõned laiussihid kannavad erilisi nimetusi. Laiussihtide, mis $23\frac{1}{2}^\circ$ põhja pool ekvaatorit, kutsutakse vähi-pöörirjooneks, ja laiussihtide, mis sama palju kraade lõuna pool, kaljukitse-pöörirjooneks. Need on jooned, milleni päike oma näivas maakera ümber liikumises aastas korra jõuab ja lagipunktis (seenitis) seisab. Vähi-pöörirjoonele jõuab päike 21. juunil ja kaljukitse-pöörirjoonele 21. detsembril. Esimesel juhul on meil pikeim, teisel lüheim päev.

Poolustest $23\frac{1}{2}^\circ$ eemal seisvaid laiussihtide nimetatakse naba-joonteks ehk polaarjoonteks. Eelnimetatud päevadel ei loojene ega tõuse neil joontel päike.

Pööri- ja nabajooned jaotavad maakera pinna valgustus-ehk kliimavöödeks. Mõlema pöörirjoone vahel, kahel pool ekvaatorit, asub palav- ehk troopikavöö. Ta on 47° lai; parasvöö asub lõuna- ja põhja-poolkeral pööri- ja nabajoonte vahel, kumbki umbes 43° laiuselt. Nabajoonte taga, pooluste ümber asub külm- ehk naba- ehk naba- ehk külmavöö, kumbki $23\frac{1}{2}^\circ$ laiuselt. Pinnaliselt võtab troopikavöö oma alla 40% , parasvöö — $51,7\%$ ja külmvöö $8,3\%$ maakera pinnast.

2. Pikkussihid lõikavad ekvaatorit ja kõiki teisi laiusihte täisnurgi. Nad on kõik suured ringjooned, mis ristuvad mõlemas pooluses. Nad on kõik ka ühepikkused. Laiussihtide ringjooni lõikavad nad kaks korda ning jaotavad neid 360° .

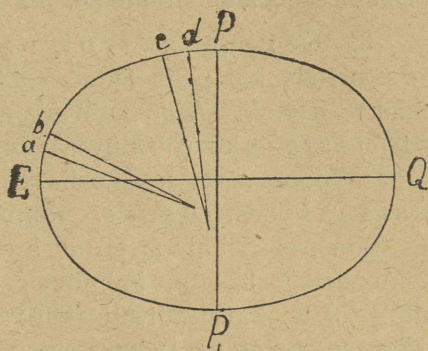
Igal kohal maakeral on oma pikkussiht (meridiaan). Ükski neist pole seotud mõne erilise loodusliselt tingitud asendiga, nagu seda laiussihest on ekvaator. Sellepärast on võimalik pikkussihte lugeda teatavast vabalt valitud algmeridiaanist. Algmeridiaanist 180° ida poole annab meile idapikkuse ja 180° läände — läänepikkuse. Alg- ehk esimene meridiaan ja 180° meridiaan moodustavad ühe ringjoone ja on lugemise piiriks.

Alg- ehk esimeseks meridiaaniks on loetud (1634. a. peale) Kanaari saarestiku läänepoolsest Ferro saarekesest läbi minevat meridiaani. Selle meridiaani eelistus on, et ta lõikub peasjalikult läbi merede, jaotades maakera kaheks — ida- ja läänepoolkeraks. Puuduseks on aga see asjaolu, et teda saarel, kus puuduvad igasugused astronoomilised sisseseaded, pole võimalik olnud praktiliselt kindlaks määrata. Sellepärast arvati (1720. a. peale) esimeseks meridiaaniks meridiaani, mis 20° lääne pool Pariisi meridiaani ja lõikab Ferro saart. Üksikud riigid on oma maa-alade kaardistamisel tarvitanud lähtemeridiaaniks mõnda kohalist (Berliini, Pariisi, Pulkovo jne.) meridiaani. Viimasel ajal on rahvusvahelises elus esimeseks meridiaaniks tunnustatud inglise peatahetorni Greenwich'ist (grinnitš) läbiminev meridiaan. Harilikult märgitakse kaardi servale, mäherdune meridiaan on loetud esimeseks.

Antud koha geograafiliseks pikkuseks loeme laiussihi kaare pikkust esimesest meridiaanist kuni antud kohani. Seega loeme pikkuskraade mõõda laiussihte. Antud koha geograafiline pikkus on määratav nagu laiuski astronoomilisel teel.

Nii on laiuskraad meridiaani kaar kahe kõrvuoleva paralleeljoone vahel ja pikkuskraad kaar kahe kõrvuoleva meridiaani vahel. Et paralleeljooned üksteisest ühekaugusel, siis on ka laiuskraadi pikkus peaaegu ühesugune nii ekvaatori kui pooluse lähedal. Väheldast mõju avaldab selle pikkuse peale ainult maakera lamendus.

Lamendusest on laiuskraadid nabade läheduses ainult veidi pikemad kui ekvaatoril (29. joonis). Teisiti on lugu pikkuskraadidega. Laiussihid lühenevad pooluste poole, järjekult on ka pikkuskraadid pooluste lähemal lühemad kui ekvaatoril, sel kõige pikemal laius-sihil. Ekvaatoril on ühe kraadi pikkus 111,2 km ja poolustel — 0 km. Järgnev tabel näitab üksikute laiuskraadide all laius- ja pikkuskraadide pikkuse.



29. joonis. Samadele nurkadele vastavate kaarte pikkus ellipsis.

T a b e l.

Laiuskraadid	Laiuskraadi pikkus km	Pikkuskraadi pikkus km	Laiuskraadid	Laiuskraadi pikkus km	Pikkuskraadi pikkus km
0° (ekv.)	110,5	111,2	58°	111,3	59,1
10°	110,6	109,5	60°	111,4	55,6
20°	110,7	104,5	70°	111,5	38,0
30°	110,8	96,3	80°	111,6	19,3
40°	111,0	85,2	89°		1,9
50°	111,2	71,5	90°	111,6	0,0

Pikkus- ja laiussihid moodustavad kaardivõrgu. Kahe kõrvuoleva pikkus- ja laiussihi vahel kujuneb kraadisilmus, mille välja suurus väheneb lähenedes nabadele.

Kaardivõrgul on ülisuur tähtsus igapäevases elus. Kaardivõrgu abil on meil võimalik määrata üksikute geograafiliste objektide ja maa-alade asendeid, nende kaugust üksteisest ja muudest maakera punktidest, välja arutada maa-alade väljasuurst, äärmisi punkte ja ilmakaari. Ilmakaarte määramisel tuleb silmas pidada, et pikkussihid näitavad põhja ja lõunasse ning laiussihid idasse ja läände. Pikkussihide numbreid loeme meie iikka kaardi ülemiselt ja alumiselt äärelt, laiussihidelt aga pahemalt ja paremalt äärelt. — Sealjuures ei tõmmata kooli

seinakaartidel neid mitte igasse kraadi, vaid 5, 10, 15 või 20 kraadi takka, olenevalt kaardimõõdust. Suuremõõdulisel kaardil on neid võimalik tihedamini tõmmata kui väikesemõõdulisel.

3. Kõrgus merepinnast ehk absoluutne kõrgus näitab, kui palju antud koht meretasemist kõrgemal või madalamal asetub. Asub koht ülalpool meretasemist, siis nimetame seda jaatavaks (positiivseks) absoluutseks kõrguseks, on ta allpool meretasemist, siis eitavaks (negatiivseks) absoluutseks kõrguseks. Kõrgused märgitakse meetrites, lisades viimasel juhul meetrite arvule ette — (miinus). Nii on S. Munamägi 324 m, Montblanc 4800 m kõrge, kuna Kaspia alamik —20 m ja Surnumeri —394 m allpool meretasemist asuvad. Kõrgused merepinnast arvatakse loodjoone sihis ja määratakse loodimise teel või ka baromeetri abil.

Gloobus.

Ainuke täielik ja õige maakera kujund on gloobus, kus mandrid ja mered esinevad kumerate pindadena, nagu looduses, ja pikkus- ja laiussihid lõikavad üksteist täisnurgi, säilitades oma õigeid suurusuhteid. Gloobusel selgub meile maakera telje asend ($23\frac{1}{2}^{\circ}$ viltu ekliptika pinnale), poolused, poolitaja, pöõri- ja nabajooned, pikkus- ja laiuskraadide suurus ja kraadisilmuste kujund. Oma väiksuse pärast ei paista lamendus gloobusel silma. Harilikul kooligloobusel ulatub ta vaevalt ühe millimeetriteni. Gloobus selgitab meile maakera pöörlemist ümber telje, öö ja päeva tekkimist; samuti selgub meile selle abil maakera tee ümber päikese ja aasta-ajad. Gloobusel näeme ka astronoomilisi kliimavöösides ehk valgustusvöösides, mandrite ja merede raju, üksikute maa-alade asendit ja õiget kujundit, mandri pinna ja merede põhja üldist reljeefi, merehoovusi jne.

Esimene gloobus valmistati juba Kreekas (580. a. e. Kr. s.) ja 150. a. p. Kr. s. seati seal kokku suurem ja laialdasem kirjelendus gloobuse ehitamise üle. Keskajal said tuttavaks maagloobuste kõrval ka taevagloobused. Hiljemini püüti gloobused õige suured valmistada, et sellega maakerast võimalikult õigemalt pilti pakkuda. Hiiglagloobus oli ehitatud Pariisi näituseks (1889. a.) mõõdus 1 : 1 000 000; ta telje pikkus oli 12,75 m ja pind 510 m² ning

kaalus 13 tonni. Treppide süsteem võimaldas üksikute alade vaatlemist. See Pariisi gloobus näitas ühtlasi aga, et säärase suurte gloobuste tarvitamine igapäevases elus on ikkagi ebapraktiline ja raske. Harilikumaiks ja tarvitatavamaiks gloobusteks on need, mille telje pikkus ulatub 0,5—1 m:ni.

Vähemaile gloobustele pole võimalik üles tähendada kõiki tarvilikke objekte. Juba varakult märgati siiski, et ka suuremaile gloobusile pole võimalik tuua tarvilisel määral geograafilisi esemeid, seepärast tunti vajadust maakera labapinnalise kujundi järele, millena esineb kaart.

Kaart.

Kaardist üldse. Maakera labapinnaliseks kujundiks on kaart, mida on tarvitatud juba üpris vanal ajal nii kaubanduslikeks läbikäimiseks kui isiklikkude huvide otstarbel. Sõna „kaart“ on tulnud ladinakeelsest sõnast *charta*, millega tähendati kirja. Kuid juba XIV sajangust peale on selle nimega tähendatud ka pärgamendile joonestatud merejooniseid, ning sellest ajast saadik on see nimi püsinud maateaduses.

Kaart on maapinna või selle osise kujund, joonestatud labapinnale teatavate kindlate matemaatiliste seaduste järele. Teatavate valitud märkide — signatuuride — abil on kaardile märgitud maapinna reljeef, veed, asulad, liiklemisteed jne. Sellele kujundile on aluseks kaardivõrk ja kaardimõõt (vähendatud mõõt). Need võimaldavad meile leida teatava koha asendit, arvutada pindalade suurust, mägede, jõgede, asulate jne. kaugust ning ulatust jne. Plastilised kujundid annavad meile aime maastikulisist suhteist, kõrgustikudest, järskudest ja laugudest nõlvadest, sügavatest orgudest, madalikkudest ja mägismaist, meredest ja kõrbedest.

Ilmakaarte näitamisel tuleb silmas pidada ikka pikkus- ja laiussuhte suunda, sest ainult need lõikavad üksteist täisnurgi ning sihivad nelja pea-ilmakaarde. Kaardi ääred on ainult põhja-, lõuna-, lääne- ja idapoolsed ning sedagi üksnes suuremõdulistel kaartidel. Sellepärast võime ainult umbkaudselt kaardi ülemist äärt lugeda põhjapoolseks, alumist lõunapoolseks jne., kuid mitte kunagi põhjaks ja lõunaks, mis kujutavad iseendist ainult

punkte. Peame tähendama, et mitte alati pole kaardi ülemist äärt loetud põhjapoolseks. Vanade rooma ja araabia kaartide juures oli ülemine kaardi äär lõunaks ning varemate keskaja-kaartide juures ida, kui tähtsam ilmakaar, kust tõuseb päike, mille järele orienteeruti ilmakaartes.

Samuti tuleb silmas pidada, kasutades kaardivõrku kauguste ja pindalade väljaarvutamiseks, pikkuskraadide vähenemist poolitajast kaugenemisel.

Et kerapinna laotamine labapinnaks ilma moondusteta on võimatu, siis sünnivad maakera pinna kujundamisel kaardile ka mõnesugused moonduused, mis muudavad kas kaugusi kohtade vahel, või pindalaid, või nurki. Õigemaid järeldusi kauguste ja pindalade mõõtmistes vähemamõõdulistel kaartidel saame kaardi keskpaigas.

Kaardimõõt. Kaart on maapinna vähendatud kujund. Vähendamise vahekorra näitaja on kaardimõõt. Kaardi täpsuse aste ja peenuste hulk avaldub ainult kaardimõõdus. Mida laialdasem on maa-ala, mille esitame kaardil, seda vähem tuleb võtta ka kaardimõõt.

Kaardimõõtu võib kaardile tähendada kahel viisil. Märgime vahekorra murruna $\frac{1}{100\,000}$, $\frac{1}{5\,000\,000}$ jne. või suhtega 1:150 000; 1:2 500 000, siis on meil niinim. arvuline kaardimõõt. Kui aga teatav arv km tähendatakse kaardil mõne kindla joonekese abil, siis saame joonelise kaardimõõdu; nii 1 verst tollis, 2 versta, 3 versta jne. tollis, või $\frac{1}{2}$ km sentimeetris oleksid joonelised kaardimõõdud. Üleminekud ühest kaardimõõdust teise on ilma raskusteta. On meil kaart 3 versta tollis, siis järjekult on asjade suurus ja vahekord sellel kaardil vähendatud nii mitu korda, kui palju on tolle 3 versta. Me saame arvulise kaardimõõdu 1:126 000. Samuti kui meil on kaardimõõt 1:100 000 000, s. o. 1 mm kaardil vastab 100 milj. mm maakeral, siis saame, muutes 100 000 000 mm kilomeetriteks, et 1 millimeeter kaardil vastab 100 km ehk 1 sm — 1000 km maakeral.

Harilikult on mõlemad kaardimõõdud märgitud kaardile. Puudub aga kaardimõõt kaardil, siis võime selle kergesti ise arvutada. Selleks mõõdame millimeetrites kahe paralleeljoone vahe kesk-pikkussihil, see on, pikkussihil, mis kaarti keskelt lõikab. Olgu, näiteks, paralleeljooned tõmmatud iga 5 kraadi takka ja olgu nende

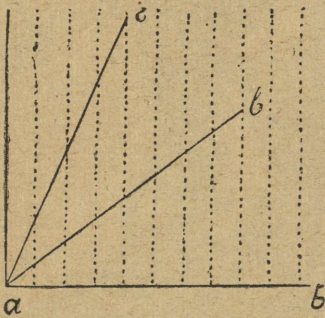
vahel 111,2 mm, siis saame ühe kraadi pikkuse 22,24 mm. Võttes viimase arvu suhte tõelise pikkusega (22,24:111 200 000), saame kaardimõõdu 1:5 000 000.

Maakera pinna kujundit, mille kaardimõõt pole vähem kui 1:10 000, kutsume plaaniks, kujundit, mille kaardimõõt kuni 1:150 000 ulatub, nimetame topograafiliseks kaardiks ja veel vähema kaardimõõduga — maakaardiks.

Kaardi märgid. Geograafilised esemed märgitakse alati kaardile kokkulepitud märkide, sümbolite abil. Igaüks, kes kaarti tahab lugeda, peab tundma neid märke.

Maakera pinnal esinevad asjad avaldavad kolme mõõdet, — nad on ruumilised moodustised. Kaardil saame kasutada ainult kaht mõõdet, pikkust ja laiust, joonestades üles ainult põhilõiget.

Eriti on teinud raskust maapinna reljeefi — kõrgendikkude

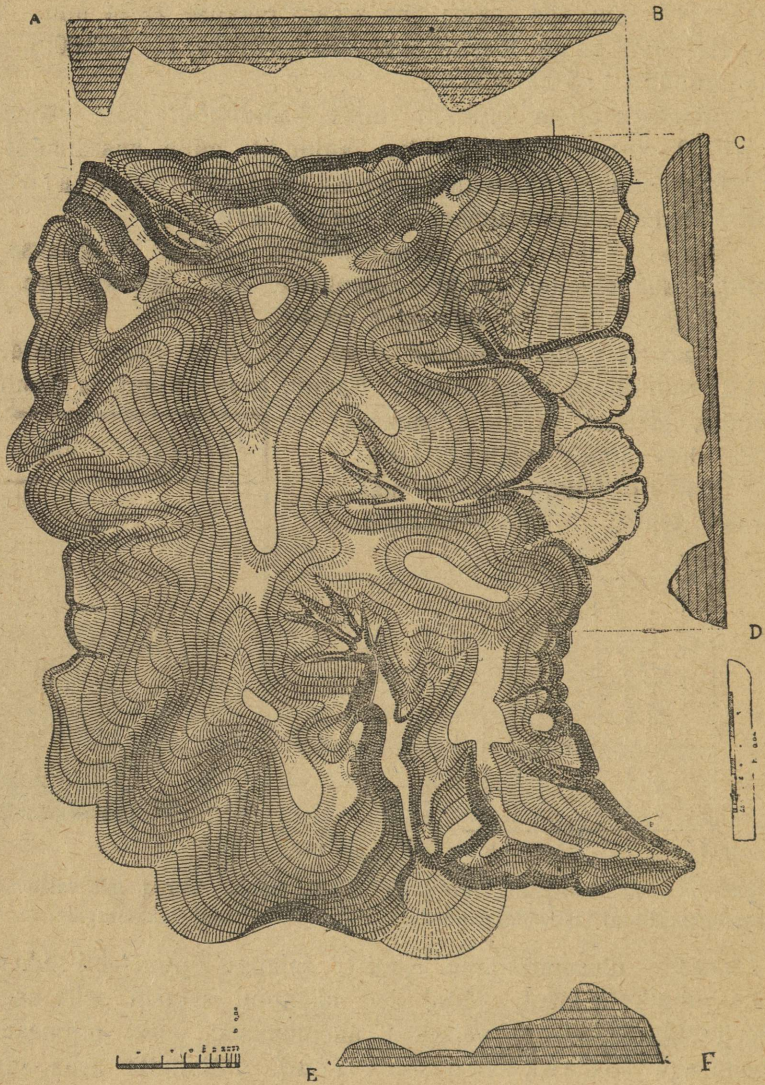


30. joonis. Loodis langevate kiirte hulk mitmesugusi nurgi asuvaile pindadele.

Kallak. kraad.	Joonelatus. Vahtelatus.	Viirud.
5	1 : 8	[Diagram showing 8 vertical lines]
10	2 : 7	[Diagram showing 7 vertical lines]
15	3 : 6	[Diagram showing 6 vertical lines]
20	4 : 5	[Diagram showing 5 vertical lines]
25	5 : 4	[Diagram showing 4 vertical lines]
30	6 : 3	[Diagram showing 3 vertical lines]
35	7 : 2	[Diagram showing 2 vertical lines]
40	8 : 1	[Diagram showing 1 vertical line]
45	9 : 0	[Diagram showing 0 vertical lines]

31. joonis. Viirud, mis vastavad teatud kaldenurgale.

ja lohku — ülesmärgimine. Kuni 18. sajangu lõpuni tehti seda mutimulla-hunnikute näol. Mõni aeg hiljemini astusid selle asemele reljeefi kujundamiseks väikesed ühepikkused, kuid mitmesuguse jämedusega joonekesed — viirud. Põhimõtte asus ses, et valgusekiirte hulk, mis langeb valgustavale pinnale, on teatavas olenevuses sellest nurgast, mis valgusekiire ja pinna vahel. Kui oletada otsevalgust, nagu seda tihti tehakse kaardi joonistamisel, siis langeb rõhtpinnale enam valgusekiiri kui viltusele pinnale ja esimene saavutab täielise valgustuse, kuna teine jääb tumedamaks (30. joonis). Nii jäävad tumedamaks järsud mäenõlvad ja orgude



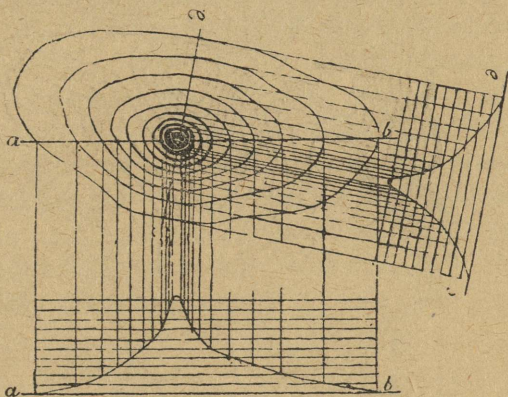
32. joonis. Viirud. Otsige üles kolm tähtsamat mäelatva. Missugune on kõige kõrgem? Missugused orud ulatuvad kõige kaugemale kõrgustikku?

veerud, kuna tasandikud, platood, laumad nõlvad ja veerud heledamaks lähevad. Et seda vahetada näidata, selleks kasutatakse viire. Kõrguste märkimisel on viirude paksus ja kahe kõrvuoleva

viiru vahe teatavas kindlas suhtes, mis vastab nõlva kaldenurkale (31. joonis). Mida suurem on kaldenurk, seda kitsam on viirude vahe ning seda paksemad on viirud ise.

Viirude tõmbamine nõuab hoolsat ja vaevarikast tööd. Pealegi on viirutatud kaartidel raske eraldada lavakõrgendikke madalikkudest ja horisontaalseist lohu põhjadest (32. joonis). Sellepärast tarvitatakse suurte maa-alade kaartidel, kus kaardimõõdu väiksuse tõttu on võimatu nõuda peenusi ja suurt täpsust, pinna reljeefi märkimiseks varjundamist. Järsamad alad varjundatakse tugevamini, laumad heledamini.

Täiesti täpsatel topograafilistel kaartidel märgitakse kõrgendikud — samakõrguste-joonete-ga ehk isohüpsidega. Kujutleme, nagu oleks maapind ühepaksusteks kihtideks lõigatud horisontaalsete pindadega (33. joonis). Nende pin-

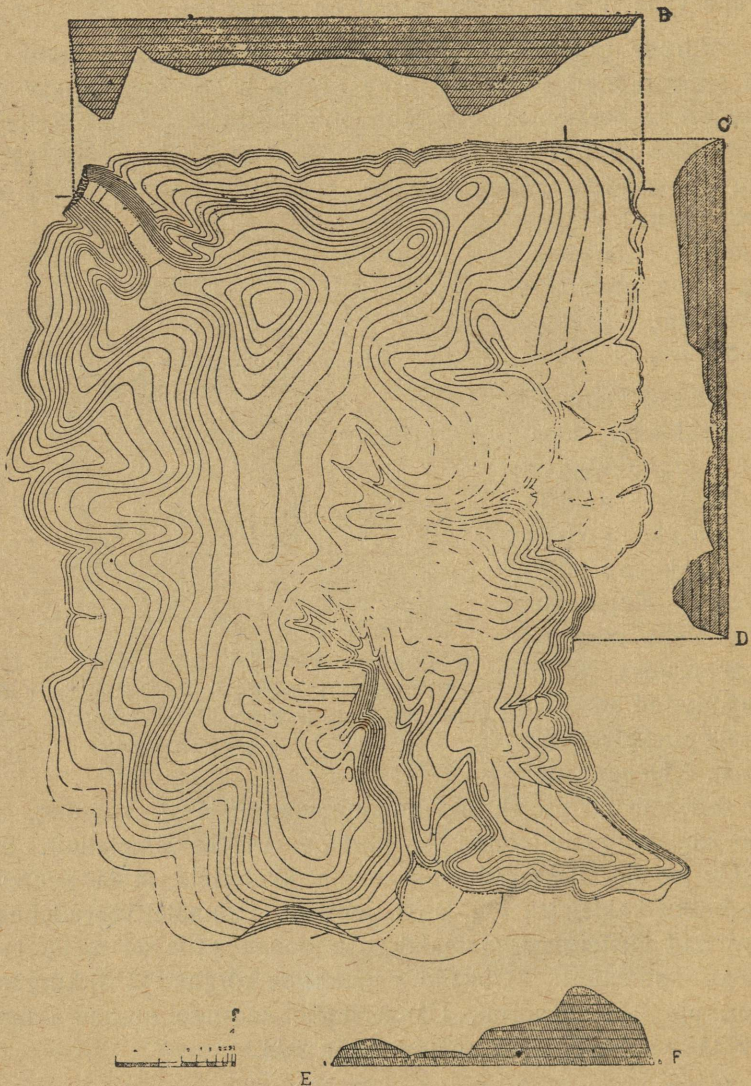


33. joonis. Koonuselise tipuga mägi on lõigatud horisontaalsete pindadega ühepaksusteks kihtideks, mis annavad tasapinnale projektitult samakõrguste-jooned.

dade äärjooned, projektitud horisontaalpinnale — kaardile, annavadki samakõrguste-jooned (ka horisontaalideks nimetatud). Samakõrguste-jooned lähenevad seda enam üksteisele, mida suurem on kõrgendiku kaldenurk (32. ja 34. joonis). Laumatel veerudel eemalduvad nad üksteisest. Samakõrguste-jooned näitavad meile 1) kõrgendiku kaldenurki, 2) üksikute punktide kõrgust ja 3) kõrgendiku üldise kuju — pinnavormi. Üheverstastel kaartidel on nad tõmmatud iga 2 sülla takka, tükati aga ka sülla takka.

Isohüpsidega reljeefi märkimine on küll väga teaduslik, kuid pole küllalt ülevaatlilik; sellepärast on viimasel ajal hakatud, eriti just koolikaartidel, tarvitama reljeefi edasiandmist värvide abil, valgustades maapinda, nagu viltu (45° all) kiirtega loodest. Värv-

misel tarvitatakse tihti spektraalseid värve, võttes neid seda intensiivsemas koloriidis, mida kõrgem on maa-ala.



34. joonis. Samakõrguste-jooned. Pange tähele, missuguseid jooni mööda on tehtud profiilid AB, CD ja EF. Tehke profiil läbi kahe kõrgema mäeladva.

Peale pinnareljeefi tähendatakse kaardile mitmesugused teised geograafilised objektid. Nii võime kaardilt lugeda, kus leiduvad

kõrved, metsad, sood, rabad, põllud, rohtaiad, jõed, järved, allikad, mered ja selle osised, elamud, asulad, piirid, liikimisteed jne. Esemete rohkus kaardil, nagu eespool mainitud, oleneb kaardimõõdust.

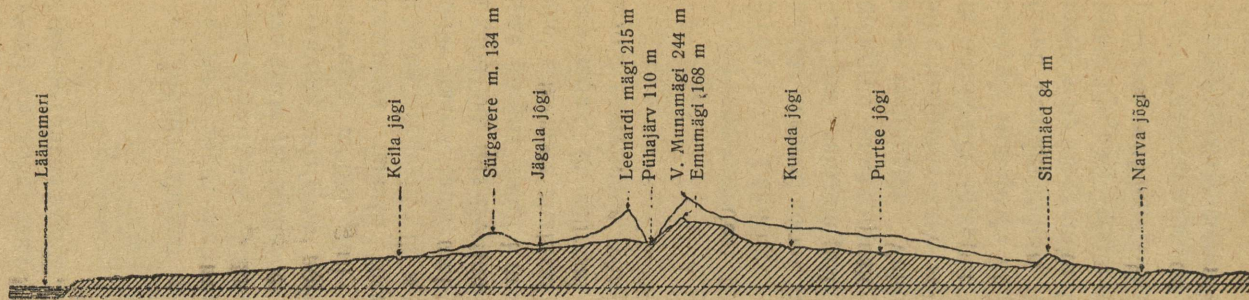
Reljeef.

Mõnd vähemat maa-ala võiksime kujundada ka savist, kipsis jne., andes sealjuures kõigile kujundatavaile esemeile nendele vastava ruumala. Säärast kujundit nimetame reljeefiks. Suurte maa-alade reljeefides ei suuda vertikaalne liigestus küllalt mõjukalt avalduda laialdase horisontaalse ulatuse kõrval. Seal tuleb meil kõrguste mõõtu tihti suurendada, võrreldes pikkuste mõõduga. Eestimaal kaardil mõõdus 1 : 42 000 oleks Suure Munamäe kõrgus reljeefil 8 mm, Emumäel aga 4 mm. Ometi oleks selle kaardi laius umbes 6 m:it. Harilikul koolikaardil mõõdus 1 : 300 000, mis Eestimaad reljeefilt kujundaks, paistaks S. Munamäe kõrgus ainult 1 mm kõrgusena, teised kõrgendikud avalduksid veel vähemate ebatasasuste näol, mis vaevalt silma paistaksid. On arusaadav, et säärasel juhul tuleb kõrguste mõõtu 2, 3, 4 jne. korda suurendada, võrreldes pikkuste mõõduga.

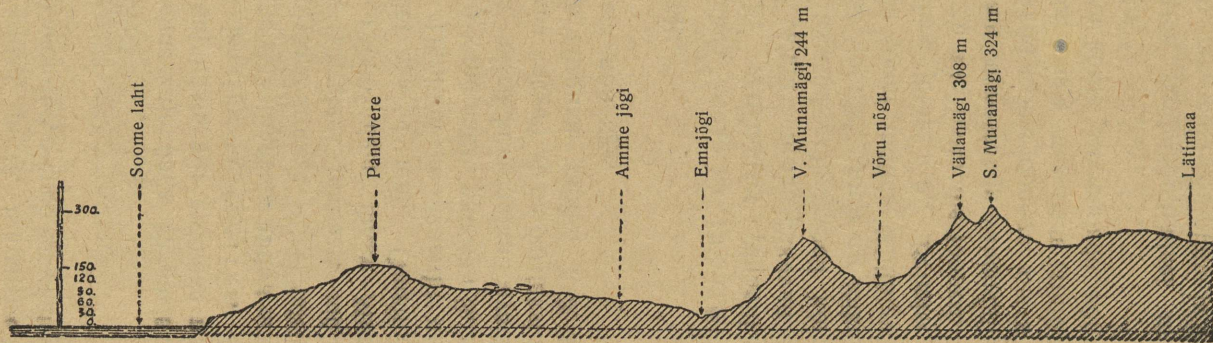
Läbilõik.

Pinnavormidest teatava kujutelmaga annab ka läbilõik ehk profiil. Läbilõik näitab meile vertikaalset pinnaliigestust mõõda teatavat joont. Läbilõikude valmistamiseks pakuvad võimalust just samakõrguste joontega kaardid. Olgu meil kõrgendik märgitud samakõrguste joontega (33. joonis). Joon *ab* lõikub läbi kõigi isohüpside. Valmistame seda joont mõõda läbilõigu. Selleks tõmbame talle vabalt paralleelse joone a_1b_1 . Eelmise joone ja isohüpside lõikepunktidest laseme alla ristloodis jooned. Neile asetame isohüpside kõrgused, arvates esimesest ja vähendatud vastavalt kaardimõõdule. Saadud punktid seome joonega, mis annabki meile selle kõrgendiku läbilõigu. Suuremate maa-alade läbilõikudele tuleb kõrguste mõõtu 2, 3 ja enam korda suurendada võrdlemisi pikkuste mõõduga (35. ja 36. joonis).

Kaldenurk on pinnavormide tundmaõppimisel ülitähtis. Kaldenurgaks nimetame seda nurka, mis tekib rõhtpinna ja kõrgendiku nõlva või lohu veeru vahel. Selle suurus võib väga mitme-



36. joonis. Maapinna läbilõik Haapsalust Narva jõeni, peale projektitud kõrgused Tahkuranna — Võõbsu liinilt. Pikkusmõõt 1 : 2 000 000 ; kõrgusmõõt 1 : 20 000 ; kõrgused seega 100 korda suurendatud.



35. joonis. Maapinna läbilõik Kundast üle Väikese-Munamäe Suurele-Munamäele. Pikkusmõõt 1 : 2 000 000 ; kõrgusmõõt 1 : 20 000 ; kõrgused järjelikult 100 korda suurendatud.

kesine olla, kuid harva ulatub ta üle 45°. Järsemad nõlvad või veerud on inimesele peaaegu ligipäästamatud. Läbilõigud annavad kõige paremad võimalused kaldenurkade määramiseks. Kuid ka samakõrguste joonte abil võib seda ilma otsekohest läbilõiku valmistata teha. Selleks mõõdame ära kahe isohüpsi horisontaalse vahe ja nende kõrguste vahe. Joonistame täisnurkse kolmnurga, kus üks kaatet vastaks samakõrguste joonte horisontaalsele kaugusele, teine kõrguste vahele. Kaldenurk vastaks nurgale hüpotenuusi ja horisontaalse kaateti vahel, mida võimalik on malliga ära mõõta.

Maakera pinnamood.

Maapinna rõhtus ja loodis liigestus.

Maapinna rõhtus liigestus.

Rannik, rand ja randjoon. Maismaa serva, mis kaldub merele, ja osa merest, kus murdleb laine — kutsutakse rannikuks. Rannikul puutuvad kokku vesi ja maismaa, randvesi ja randmaa. Nende vahelist piirjoont kutsume randjooneks. Randjoon on rajaks vee ja maa vahel. Randvesi ja randmaa on alalises vahelduses, mille tõttu ka randjoon õõtsub kord mere, kord mandri poole. Puhub tuul näiteks merelt, siis nihkub randjoon randmaale, ja maatuulega vastupidi randveele. Kitsas maariba, kus asub randjoon ja kus vesi ja maa aegajalt vahelduvad, on rand.

Randjoone kõverustel, ranna liigestusel, on võrratu suur tähtsus inimkonna kultuuri arenemise kohta. Seda tunnistab meile üksikute mandrite randjoonte võrdlus. Aafrikal näiteks on suure maa-ala kohta kaunis ühetasane randjoon: 29 miljonit km² pindala on ümbritsetud ainult 30 000 km randjoonega. Euroopas on aga 10 miljoni km² piirjoones 78 000 km. Viimasel on vahekord pindala ja randjoone pikkuse vahel palju soodsam ning kultuuriline tasapind on sama erinev (vt. tabel lhk. 48).

Maismaa ja vee jaotus maakeral. Maismaa ja vee jaotusel maakeral on ülisuur geograafiline tähtsus, sest sellest oleneb mandrite kliimaline olukord.

Kuni XVI sajanguni oldi veendunud, et maismaa-ala kaugelt suurem on vee-alast. Sel ajal tuntud maakera osal paistis see ka tõesti

Mandrite loodis ja rõhtus liigestus.

Mandrid.	Pindala milj. km ²	Randjoo- ne pikkus tuhande- tes km	Randjoo- arenemi- ne ¹⁾	Keskmi- ne kaugus merest km : tes	Keskmi- ne kõrgus m : tes	Suurem kõr- gus m : tes
Euroopa . . .	10	78	3,5	340	300	4810 Montblanc
Aasia	41	70	3,2	780	940	8840 Chomolungma
Aafrika . . .	29	30	1,6	670	650	5900 Kilima-Ndšaro
Austraalia. . .	7,6	19	2,0	350	350	2200 Sinimäed
Põhja-Ameerika	20	75	4,8	470	715	6200 Mt. Mac Kinley
Lõuna-Ameerika	17	28	1,9	550	580	7000 Tupungato

nii. Kuid leiutussõidud XVII ja XVIII sajangul löid hoopis teise arva-
mise. Oli leitud laialdasi veevälju, mille kõrval uuesti-avastatud

maa-alad olid tähtsusetu. Esi-
algu jäi siiski püsima veel arva-
mine, et maismaa ja vett pea
ühel palju on maakeral, sest loo-
deti lõunanaba ümbruses olevat
suur maismaa. Cook'i (I. kuk)
leiutussõidud lükkasid aga ka
selle arvamise ümber.

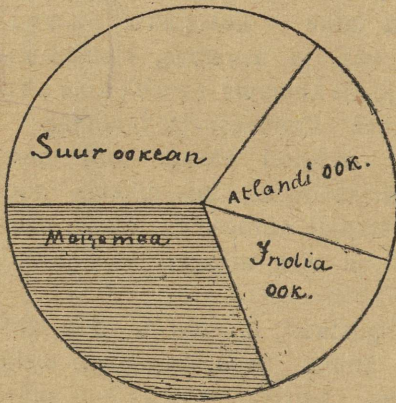
Pilku heites gloobusele
näeme, kui võimsalt esinevad
seal veeväljad maismaa kõrval.
Kogu maakera pinnast arvatakse
vee all olevat ümmarguselt 360
miljonit km² ja maismaad 150

37. joonis. Vee ja maismaa vahetõr.

maismaaks umbes 30% ja vee alla 70% maakera pinnast ehk
teiste sõnadega, maismaad on ligikaudu kaks ja pool korda vähem
kui veevälju.

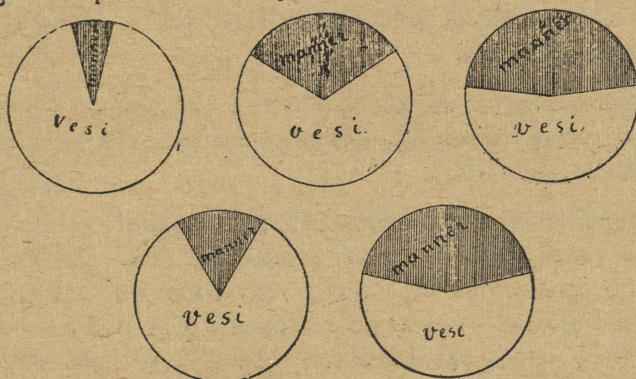
Sellest maismaa-alast on tuntud vahest 135 milj. km², kuna
lõunapooluse ümber arvatakse olevat kuni 14 milj. km², mis ainult
osaliselt tuntud.

1) Randjoone pikkuse suhe ringjoone pikkusesse, mille väli võrdub ilmajao
pindalaga.



Mandrite jaotus. Maismaa jaotuses maakeral valitseb suur mitmekesisus. Juba üks pilk gloobusele näitab, et põhja pool ekvaatorit maismaad palju enam on kui lõunas; samuti paistab silma vahe lääne- ja ida-poolkera vahel. Viimane on esimesest kaugelt maismaa-rikkam. Kui tõmmata gloobusest läbi suuringi pind, mis jaotab ta nii, et suurem hulk maismaad kuuluks ühele poolkerale, siis saame maismaa- ja vee-poolkera.

Maismaa-poolkera keskpunkt on Prantsusmaal Loire'i jõe suu lähedal ja vee-poolkera keskpunkt Vaikses ookeanis kagu pool



38. joonis. Vee ja maismaa vahekor. 1 — (pahem. ülal) veepoolik; 2 — terve maakera; 3 — maapoolik; 4 — lõunapoolik ja 5 — põhjapoolik (vt. ka allolev tabel).

Uuest Meremaast. Esimesel poolkeral on maismaad 48% ja teisel — 9%. Nii näeme ka maismaalisel poolkeral veel olevat ülevõimu; ainult 40° ja 70° p.-l. vahel on vöö, kus valdavas maismaa (38. joonis).

	Maa	Vesi
	%	%
Kogu maakera	30	70
Ida-poolkera	35	65
Lääne-poolkera	20	80
Põhja-poolkera	40	60
Lõuna-poolkera	17	83
Maismaa-poolkera	48	52
Vee-poolkera	9,5	90,5
60—70° p. l.	71,5°	28,5
40—70° p. l.	60	40

Suuremad maismaa-alad ümbritsevad põhjanaba. Ameerika tungib ligi 72°, Euroopa 70°, Aasia pea 78° p. laiuseni välja. Siit ulatuvad ikka ahenedes lõuna poole ja lõpevad lõuna-poolkeral kolme kitsa terava otsaga L.-Ameerika 56°, Tasmaania pea 44° ja Aafrika 35° lõunalaiuse all. Lai ilmameri asub vastupidiselt mandrile eeskätt just lõuna-poolkeral. Siin ühinevad Vaikne ja India ookean Lõuna-Jää-

merega ühiseks veeväljaks, mis nagu harudena tungib põhja-poolkerale mandrite vahele. Maismaa võtab ses ilmameres kolmeharulise tähe kaju ja moodustab nagu saarekesed kesk vett. Ida-poolkeral tekib Vana Ilm (Euroopa, Aasia ja Aafrika) ja lääne-poolkeral Uus Ilm (P.- ja L.-Ameerika). Neisse kuulub kuni 87% kogu maismaast. Muu osa võtavad oma alla Austraalia, Antarktika ja Arktis ja vähemad saared (6%). Arvaksime meie maismaa külge ka laugmere, see on, selle ala merest, mis mitte üle 200 m sügav pole, siis saaksime ühise kontinendi — mannertombu. Siin ühineksid kõik mandrid, ainult mõned saared — ookeani saared — jääksid eemale.

Mannertombu võime jaotada põhja- ja lõunamandriks. Esimesse kuuluks Euroopa, Aasia ja Põhja-Ameerika, teise — Austraalia, L.-Ameerika ja Antarktika.

Euroopa ja Aasia moodustavad ühise mandri — Euraasia, sest nende vahel puudub eraldav loodusline piir. Ka pinnavormiliselt ei lähe nad teineteisest lahku. Euroopa on ainult kultuur-geograafiline mõiste. Sellevastu eralduvad oma pinna moe poolest täiesti Põhja- ja Lõuna-Ameerika, olgugi et neid seob ahtake Panama maakitsus, ning neid vaatleme kui kaht iseseisvat mandrit. Nagu allolev tabel näitab, on Euroopa, Aasia ja P.-Ameerika enam liigestatud kui teised ilmajaod. Sellest on tingitud nende rahvastiku kultuurilise arenemise võimalused.

Mandri, poolsaarte ja saarte vahekord.

	Pindala miljonit ruutkilomeetrit.				
	Manner	Poolsaared	Saared	Kogupind	Liigestusprotsent
Euroopa } Euraasia	6,5	2,7	0,8	10,0	35
Aasia }	33,5	8,0	2,7	44,2	24
					26%
Aafrika	29,2	—	0,6	29,8	2,1
Austraalia	7,2	0,4	1,3	8,9	1,9
Põhja - Ameerika (ühes Kesk-Am.)	18,0	2,0	4,1	24,1	25,5
Lõuna-Ameerika	17,6	0,05	0,15	17,8	1,1
Antarktika	14,0	—	—	14,0	—

Poolsaared. Poolsaarte rohkus on iseäranis silmapaistev põhjamaandritel, eriti Euroopal. Poolsaared tekivad kahel kujul: 1) külgeliitumise teel ja 2) liigestuse teel. Külgeliitunud poolsaari nim. liit-poolsaarteks. Nad on geoloogiliselt ja pinnavormiliselt iseseisvad tervikud ja mandriga hilisemal ajal madaliku varal ühinenud. Säärased on Krimm, Fennoskandia kõrgmik, mis Äänis- ja Laadoga järve nõo kaudu ühinenud mandriga. Ka kodumaa rannikul leiame mõnd saart (Noarootsi jt.), mis hiljemal ajal ühinenud mandriga. Kuid need pole liit-poolsaared, sest nad eraldusid mandrist ainult madala silma kaudu, mis nüüd liivaga täitunud.

Liigestus-poolsaared jätkavad alati mandri pinnavorme edasi. Säärastena olgu nimetatud Uue Šoti poolsaar, mis mere purustava tegevuse tõttu poolsaareks kujunenud; samuti ka Istria, Juminda, Käsmu, Viimsi jne.

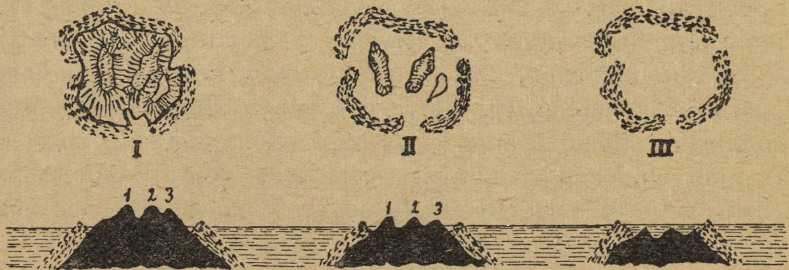
Saared. Suuri maismaa alasid oleme nimetanud mandriteks, väikesi — saarteks. Oma tekkimise poolest liigitame saari:

1) **Mannersaared** on eraldunud mitmesuguste jõudude mõjul mandrist ja asuvad võrdlemisi mandri lähedal. Nende iseloomuliseks jooneks on aga, et nad nii kiviliikide kui oma välise ehituse poolest lahku ei lähe mandrist. Me leiame seal samu uhtlademeid ja kristallseid kiviliike. Siia kuuluvad Saaremaa, Hiiumaa, Muhumaa, Naissaar, S.-Briti saared, Iiri, Ojamaa, Sitsiilia, Korsika, Teravmägede saared, Madagaskar, Tseilon, Sunda saared, Lääne-India saared jne.

2) **Algsaared.** Neil pole oma koosseisu poolest mandri-massiiviga midagi ühist, vaid on tekkinud iseseisvalt, hoopis kõrvalisest ainesest. Need jagunevad: a) vulkaanilisteks, b) koralli- ja c) kuhjatissaarteks.

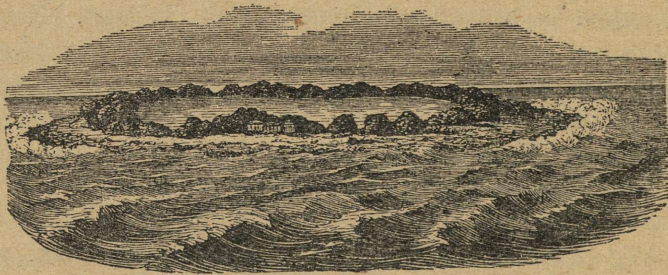
a) **Vulkaanilised saared** on mere põhjast üles kerkinud seal teotsevate vulkaanide mõjul. Sellepärast ongi neil, nagu ikka vulkaanidel, kuhiku kuju, mille keskel asub sügavam lohk (kaldeera), kust orud merde ulatuvad. Harilikult on säärane kuju puhtalt vähe alal hoidunud; murenemise ja erosiooni mõjul muutub saare pind tugevasti. Vulkaaniliste saarte hulka kuuluksid: Santoriini, Strombooli, Havaii, Krakatau, P.-Helena, Ülestõusmise jt. saared.

b) Korallisaared tekivad troopikameredes korallide tegevuse tagajärjel. Korallide elutingimusteks on vaja vähemalt 20° C. ja 40—50 m sügavust puhast soolast vett. Magedas vees,



39. joonis. Atolli tekkimine. I juures on saar, mida ümbritseb koralli rannikurahu; II juures on saarest jäänud vajumise tagajärjel ainult kõrgemad kohad järele — vallrahu, ja III juures on saar hoopis kadunud. On olemas ainult atoll.

samuti ka õhuga kokku puutudes surevad nad. Harilikult surevad vanemad loomakesed, kuna nooremate asundus edasi areneb. Mere lained toovad sinna liiva ja muid aineid, ning lõpuks merepõhja



40. joonis. Rõngassaar, keskel laguun.

kerkimisega tõuseb ta saarena üles. Korallisaared on 1) rõngassaared ehk atollid, 2) korallirahud ehk riffid ja 3) korallimadalikud.

Rõngassaared — on harilikult ulgumerel, rõngataolise ehitusega (rõngassaare tekkimiseks vaata 39. joonist). Nendel on keskel vesi — laguun, mis ühe või mitme käigu kaudu merega ühenduses (40. joonis). Laevadele pakuvad atollid head peatuspaika.

Vaikne ookean on eriti rikas atollidest. Maršalli, Paumotu saarestikus leiame neid.

Korallirahud ehk riffid on pikad seljakud, mis rannaga rööbiti lähevad ja laiema veesiiluga sellest eraldatud. Säherdune tähelepanuvääriline rahu asetseb Austraalia kirderanniku läheduses.

Korallimadalikud on rahud, mis kaldale lähemal asuvad, nagu neid leiame Punases meres.

c) Kuhjatissaared tekivad suurte jõgede suus, nagu Amatsooni jõel, või neid moodustab tuul ja murrutus liivarahude ja laidude näol, nagu seda leiame kodumaa rannas (Haapsalu, Kuresaare lahes jm.).

Suuruse järele võivad saared olla väga mitmekesised, alates Gröönimaast 2 158 000 km² ja lõpetades väikeste, mõne ruutmeetri suuruste aladega.

Maapinna loodis-liigestus.

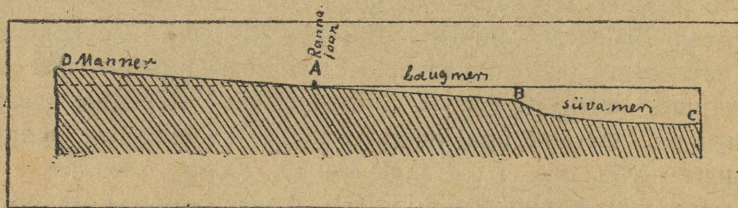
Maismaa pind. Maismaa ja vete vaherkord, mis maapinna rõhtsas liigestuses avaldub, on teiselt poolt maapinna loodisliigestuse järeldus. Kõige pealt paistavad maapinna loodisihilises liigestuses silma sügavamad veega täitunud ookeanide nõod ja üleskerkinud mandrid. Võrreldes üksikuid mandreid kõrguse poolest näeme, et see õige lahkuminev on. Suurima keskkõrgusega on Aasia (940 m), vähimaga Euroopa (300 m). Ka kogu mandrite keskkõrgus (820 m) läheneb Aasia keskkõrgusele, mis tähelepanu juhib sellele, et Aasias võrdlemisi laiad alad õige suure kõrgusega on. Arvame aga mandrite juurde ka laugmere põhja, see on mere põhja, mis ei ole sügavam kui 200 m, siis saame manertombu, mille kõrgus (250 m) seisab lähedal Euroopa keskkõrgusele. Ookeanide nõgusid ümbritsevad mandri servadel kõrgmäestikkude vööd. Eriti selgelt esineb see Vaikse Ookeani ümber. Siia kuuluvad Kordiljeerid ja Andid, ahelmäestikud lõunapoolseil saartel (Uuel Meremaal, Uues Guineas jne.) ja Aasia idarannikul ning saartel. Teine kõrgmäestikkude vöö piirab osaliselt Atlandi ookeani ja annab haru Vahemere rannikut mööda ida poole. See ahelmäestikkude vöö ulatub Atlandi ookeani kaldalt Vaikse ookeanini ning ses asuvad maakera kõrgemad mäed (Himaalaja Chomolungma tipuga 8840 m). Selle vöö mäestikke esitab järgmine tabel.

Sierra Nevaada > Atlas — Apenniinid — Alpid < Karpaadid — Balkan —
 Kanaari saared > Dinaari Alpid — Väike-Aasia mäest. —
 — Kaukasus —————
 — Armeenia mäestiku sõlm < Elbrus — Põhja-Iraani Servamäed > Hindukuš <
 — Lõuna-Iraani Servamäed —————
 / Pamir < Tienšān — / Kuenlun — Tsinlingšan
 \ — Karakorūm — Transhimaalaja —
 \ Himaalaja ————— > Taga-India ja Malai mäestik.

Maakera pinna jaotus kõrguste järele.

	Pind milj. km ²	% ⁰ / ₀ maakera pinnast	Kesk kõrgus m
Kulminatsiooni-ala (üle + 1000 m) . .	40	7.8%	+ 2150 m
Mannerlava (+ 1000 m kuni — 200 m)	138	27.1	+ 250
Mandri kallak (— 200 m — — 2400 m)	44	8.6	— 1200
Süvamere lava (— 2400 — — 5500) .	287	52.3	— 4300
Alamiku-ala (alla — 5500 m)	21	4.1	— 6000

Ookeanide põhi. Mandrite rannalt vaob mere põhi pik-
 kamööda madalamaks kuni 200 meetrini. Seda madalat merd
 kutsume laugmereks ehk šelfiks. Selle põhja ühendame veet



41. joonis. Mandri üleminek mereks. Laugmere ja süvamere vahel
 järsk üleminek — mandri aste.

maismaa külge, mille piir ei ühtu järjekult randjoonega. Šelfil
 asub hulk saari, nagu Briti saared, Uus Meremaa, Uus Guinea jne.
 Laugmerele järgneb kaunis järsk merepõhja lang — mandri
 aste, mis mannertombult viib süvamerde (41. joonis).

Süvamere põhi on üldiselt tasane, sest ta on kaitstud
 murenemise eest. Pealegi hõljub merevees hulk setteid, mis põhja

vaodes tasandavad selle ebatasasusi. Siiski leidub ka ookeanide põhjas kõrgendikke ja nende vahel laugude veerudega lohke. Väga tähtis põhjareljeefi vorm on siin merealused vagumused. Need on sügavad ja kitsad vaod, mis harilikult mandri läheduses kõrvu lähevad selle rannikuga. Suurim sügavus, mis seni mõõdetud, on 9780 m (Everest ehk Chomolungma 8840 m). Ta asub Vaikses ookeanis Filippiini vagumuses Mindanao saare põhjaotsa lähedal. Ta ülib maismaa suurima kõrguse ligi 1000 m võrra.

Atlandi ookeani suurim sügavus on põhja pool Portoriko saart — 8500 m ja India ookeani oma Jaava saare lähedal — 7000 m. Üldiselt on aga üle 6000 m sügavusi merekohti vähe, küll aga kuni 5000 m (Montblanc — 4810 m). Ookeanide kesksügavus on 3700 m, mis ligi viis korda suurem keskmisest mandripinna kõrgusest (820 m). Laotaksime ookeanide vee üle terve maakera pinna, saaksime kihi, mille paksus 2500 m. Ookeanide sügavamad kohad ei asu ookeanide keskel, vaid ääre pool ja suurim vahe kahe maakoha kõrgustes on L.-Ameerikas, kus Andide tipp kerkib 6600 m kõrgusele ja Atakama vagumuse sügavus ulatub 7600 m:ni. Vahe on seega 14,2 km 300 km:lisel kaugusel. Siiski ulatuvad ka siin kaldenurgad ainult 3°, mis osutab mere põhja üldiselt tassist ehitust.

Ookeanide sügavused ja suurus.

Ookean	Pindala milj. km ²	Mitu % kogu maakera vee pindalast	Ookeanile kuuluva jõgikonna pindala milj. km ²	Suurim sügavus	Kesk-sügavus
Vaikne.	180	49,9	16	9780 m Filippiini vagumus 8526 m	4030 m
Atlandi.	106	29,4	68	Portoriko vag. 7000 m	3330 m
India.	75	20,7	20	Sunda vagum.	3900 m
Ilmameri	361	100,0 %	104	9780 m Filippiini vagumus	3800 m

Maakera pinda teisendavad toimingud.

Sise- ja välisjõud.

Nüüdisaja pinnavormid oma mitmekesisuses on tingitud nende toimingute rohkusest, mis avalduvad maakera pinnal. Toimingute põhjusiks on sise- (endogeensed) ja välis- (eksogeensed) jõud.

Sisejõududeks nimetatakse jõudusid, mis avalduvad maakera seesmusest. Nende tähtsamaks allikaks on maakera sise-soojus — ürgsoojus. Pinnavormide vaheldusrikkus ja mandrite ning merede vahekorid on eeskätt olenevuses maakera sisejõust. Maakoort moodustavad uhtlademed, tekkinud vee põhjas, pidid omama esialgu rõhtsa või vähe kallaku olengu. Maakera kahane-mise või mõnel muul põhjusel kurduvad rõhtsad kihid ja oman-davad väga mitmekesise asendi. Sisejõu mõjul ilmuvad tektoonilised nähtused, tekivad kurrud, murded, nihked, visked jne. Praod võimaldavad väljapääsu magmale, mis var-jatud maakoore sees. Kujunevad tulemäed. Samu nähtusi saa-davad ka maavärisemised.

Välisjõudude algallikaks on päikese soojus. Selle tagajärjel kujunevad maakera pinnale mitmesuguse temperatuuriga kohad. Tekib tuul, merevee lainetus, vee auramine veekogudest, muldkonnast jne., sademete langemine, voolav vesi jne. Ning lõ-puks pole ka maakera pinda muutev orgaaniline elu muud, kui päikese soojuse tegevuse saadus.

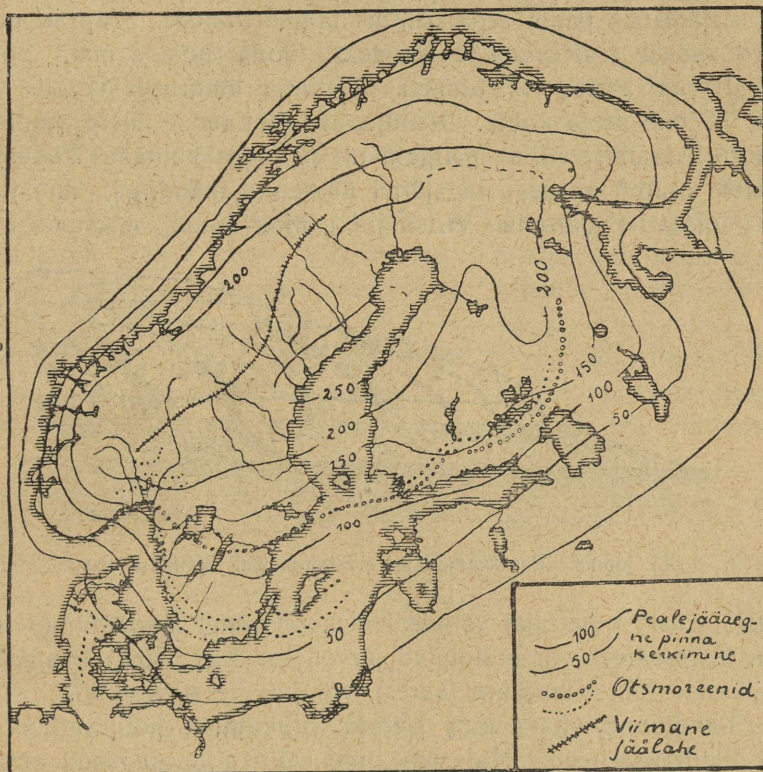
Sisejõud loovad maapinnale koetisvormid, mis kokku-kõlas maakoore geoloogilise ehitusega. Koetisvormide kallal alga-avad juba nende tekkimisel oma tegevust välisjõud, neid ümber moodustades ja teisendades. Aja jooksul kujunevad koetisvormest raidvormid. Kuna sisejõud igal pool maakeral sarnased on, vahelduvad välisjõud oma tegevuses rohkesti. Seetõttu on välis-jõudude tegevusel tekkinud raidvormid oma moes maakera isekoh-tades väga erinevad.

Sisejõud.

Maakoore iidsed kõikumised.

Meredes tekkinud sette-kiviliikide esinemine maismaa pinnal näitab, et mandrite ja merede piirid pole olnud alati samad, mis praegu. Maakoort on alatasases kerkimises ja vaomises. Mand-

rid, mis praegu esinevad maismaana, olid kord merepõhjaks ja mere põhi, kerkinud üles, muutub uuesti maismaaks. Säärast maakoore liikumist kutsutakse mandritekkeliseks ehk epi-

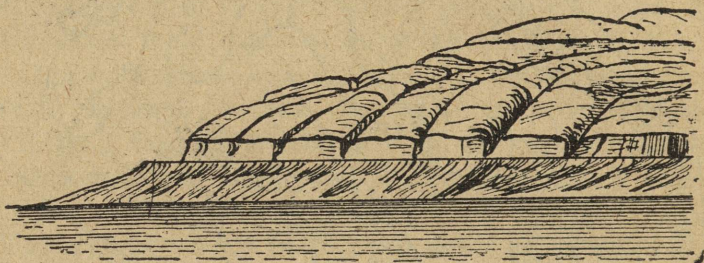


42. joonis. Samakerke-jooned (isoanabaasid) P-Euroopas. Arvud näitavad, palju teatud kohas maapind peale jääaega on kerkinud. Suurim kerge on Põhja lahe ümbruses. Põhja-Eesti rand, nagu näitab samakerke-joon, on kerkinud 75 m ja Kesk-Eesti 50 m, Riia lähedalt lõikab läbi 0 m isoanabaas.

roogeneetiliseks liikumiseks. Mandritekkeline liikumine sünnib üliaeglaselt, mispärast ta ka raskesti märgatav, eriti maismaa südames. Kergemalt on mandritekkeline liikumine tähelepanndav mere rannikul, kus randjoon selle tagajärjel nihkub ühele või teisele poole. Kuid siingi toimub see nähtus aeglaselt, see-

pärast nimetame seda randjoone nihkumist iidseks ehk sekulaarseks randjoone nihkumiseks. Nihkub randjoon mere poole, siis saame randjoone eitava nihkumise, läheb see maa poole, siis saame randjoone jaatava nihkumise.

Esimesena pandi seda nähtust tähele Rootsis. Täpsad mõõtmised andsid seal pinna kerkimiseks lõuna pool 2 mm, põhjas kuni 10 mm aastas (42. joonis). Tallinna ümbruses kerkib maapind 0,3 mm aasta kohta. Randjoone nihkumist mere poole ja mandri kasvamist võime märgata nii paljudes kohtades kodumaal. Mitmed saared on selle tagajärjel ühinenud mandriga, moodustades poolsaari (Noarootsi, Virtsu jne.), ning lahed, mis oma süga-



43. joonis. Randastmed mere taganemisel Skandinaavias.

vusega võisid omal ajal varjata laevu, on nüüd madaldunud (Matsalu, Kuresaare), või muutunud järvedeks (Suur laht, Paadla laht ja Siksaare laht Kuresaare juures), või hoopis soostunud.

Randjoone eitava ning jaatava nihkumise põhjused võivad olla ülilimitmekesised. Maismaa pind võib mitmesuguseil põhjusil vajuda või jälle mere põhi kerkida ja vesi valgub mandrile. Vastupidi, mandri pind kerkib või meri süveneb — randjoon nihkub eitavalt.

Randjoone eitava nihkumise tunnusena esinevad randastmed (43. joonis), mis endine meri uhtnud, mere ladestused kaugemal ja kõrgemal mandritel (Skandinaavias), kuhu praegu vesi ei ulatu, randtasandikud (Põhja-Eestis paekalda all), sadamate ja valgmate kohad kaugemal maismaa sees.

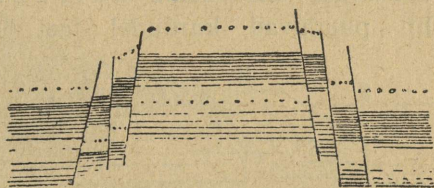
Randjoone jaatava nihkumise tunnustena võime tähele panna uputatud ehitusi, sadamaid, metsi jne.; siis randjoone eriliselt rikkalikku liigestust, hulga poolsaarte, lahtede, nee-

mede ja saartega. Üldiselt on randjoone jaatavad nihkumised siiski vähem silmapaistvad. Tunnused kaovad merde, kus nad tublisti ümber moodustuvad, sageli hoopis hävivad.

Maakoore siirdus.

Vähe on maakeral niisuguseid kohti, kus uhtlademete kihid oma algelises olengus puutumata leavad. Harilikult on nad ikka mõnesugused muudatused läbi teinud. Nende muudatuste ja ümberasetuste põhjuseks on eeskätt maakoore liikumised, mida märgime nimega siirdus (dislokatsioon). Jahtumise mõjul väheneb maakera kuum tuum, millele järele püüab jõuda ka väline koor. Väliskoores, nagu ehituse võlvides, tekib selle tagajärjel pinevus, mis laiub külgede poole. Üksikud kihid maakoores ei suuda sellele pinevusele vastu panna, pragunevad ja lõhenevad. Mõõda neid lõhesid nihkuvad, libisevad mõned maakoore osad allapoole, litsudes talvana külgedele, mis võivad kas üles kerkida oma servaga või survuda kurdudesse, kui kihtide kivi-

liigid on plastilisema omadusega. Nii tekib siin kaks nähtust: murrang ja kurrutus. Näib arusamata, kuidas suudavad kõvad ja tihti üksikult võetult väga haprad kivi-



44. joonis. Ülang. Konkordantsed kihid.

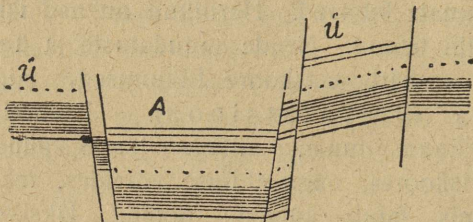
painduda lainelisteks kurdudeks. Ometi on see nii. Ning eriti nästi paistavad need kurrud silma sügavais kuristikes ja orgudes, mis põigi lõikavad kurde.

Murrangute puhul nihkuvad üksikud maakoore osad üksteisest mõõda. Tihti ainult mõnikümmend sentimeetrit, kuid ka tuhanded meetrid. See mõödanihkumine võib olla rõht- või loodsihis. Esimesel juhul on meil tegemist nihkega, teisel — viskega.

Nihkub maakoore pank ümbrusest ülespoole, siis nimetame seda ülesnihkunud maakoore osa ülanaguks (44. joonis). Vogeesid ja Schwarzwald on seesugused ülangud. Tihti asub ülangute vahel kitsas ja pikk madalam ala, mis moodustab alangu ehk graabeni

(Reini org) (45. ja 46. joonis). On maakoht, mis alla vajunud, eriti laialdane, siis nimetame seda alangualaks (Must meri, Aadria meri, Türeeeni meri). Suurem alang maakeral ulatub Jordani orust üle Punase mere Aafrika Suurte järvedeni (Alberti, Njassa jt.).

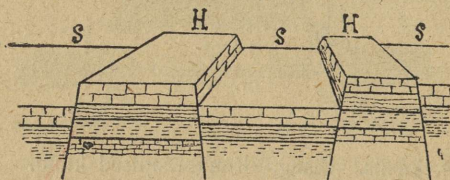
Muutub aga kihtide ladestus nii, et osa kerkib kõrgemale ilma murdumata, kooldub üles- või allapoole, siis moodustub kooldus (47. joonis). See moodustis on üleminekuks kurdudele.



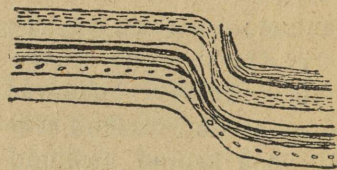
45. joonis. A — alang ja kõrval Ü — ülangud.

klinaal; on aga kihid volditud nii, et nad ülespoole on pööratud õõnsusega, siis saame kurruoru ehk sünklinaali. Väga tihti puuduvad kurdudel just kurruseljakud; murenemine ja

Kurdudes eraldame seisvaid, viltuseid, lamavaid jne. kurde. Kurru osa, mis kumerusega pööratud ülespoole, on kurruseljak ehk anti-

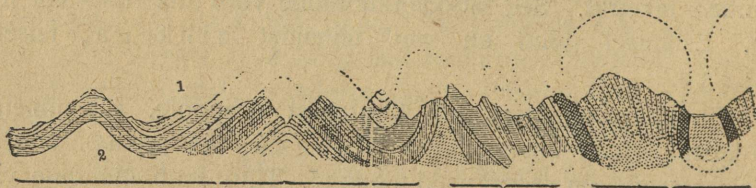


46. joonis. Ülangud ja alangud; rõhtus kihitus.



47. joonis. Kooldus.

uhtumine kannavad neid ära. Kuid ülejäänud kihtide asend võimaldab meile seda uuesti kujundada (48. joonise täppjooned). Kurrud tulevad ette just noortes mäestikudes, nagu seda

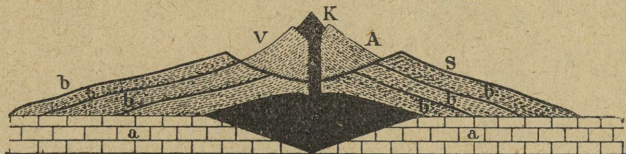


48. joonis. Kurrud. 1 — Kurru org, 2 — seisev kurd, 3 — lehvik-kurd.

on Alpid, Juura, Himaalaja, Kaukasus, Uural jne. Vanust mägedest on järele jäänud ainult alus, ülemine osa on välisjõudude mõjul tasandatud. Säärased vanad kõrgendikud on Alam-Reini kildkivi-mäestik, Böömi mets, Skandinaavia mäestik, Šoti mäestik jne.

Tulemäed.

Tulemägedeks ehk vulkaanideks nimetame neid võrdlemisi piiratud kohti maakeral, kust ajuti välja voolab tulu-kuuma magmat. Ükski nähtus maakeral ei esita meile selgemini maakera sisejõudude teguvõimet kui tulemäed. Kuid nii suurepärane kui tulemägede tegevus näibki olevat lähedalt vaatelejale, ei suuda ta ometi maapinnale tuua suuri ja kaugeleulatuvaid teisendusi. Nüüdisaja tulemägede tegevusel on ainult kohalik tähtsus. Kuid möödunud ajajärgel katsid tulemägedest välja paisatud ja voolanud graniidi- ja basaldimassid laialdasi maa-alasid. Ise-



49. joonis. Kihiline tulemägi. Skemaatiline läbilõik Vesuuvist enne 1906. a. purset.

äranis elav oli vulkaanide tegevus kolmis- (tertsiäär-) ajastul, siis vanas aegkonnas (kivisöe ajastul) ja ürgaegkonnas. Keskaegkonnas oli tulemägede tegevus vaiksem. Tulemägede iseärasus on, et nad pinnavormideks tõeliselt midagi uut moodustavad. Maakera tundmata sügavusest — laavakoldest — ilmub sula magma päevavalgele, luues uusmoodustisi, kuna muud jõud olevaid vorme ainult ümber moodustavad.

Tulemägede tekkimine ja kuju. Tulemäed tekivad maakera sügavusest välja heidetud ainesest. Kui nad on ühekordse purske sünnitus, nagu Monte Nuovo Neapoli lähedal, mis mõne päevaga kerkis tasandikule mäeks, siis nimetame neid ühtlasteks ehk massilisteks tulemägedeks. Nende ehitus on ilma kihituseta. Neid leiame Kesk-Saksamaal, Kesk-Prantsusmaal, Juura mäestikus ja mujal.

Tulemägesid, mis tekivad pikema aja vältusel, korduvaist purskeist, nimetame kihilisteks (49. joonis). Säherdused tulemäed on Vesuuv, Strombooli, Etna jt. Nad on kuhiku taolised (50. joonis), nagu seda eriti hästi avaldab Ameerika vulkaan Cotopaxi (l. kotopahhi).

Purskeained. Purskeained, mis tulemägi oma tegevuse ajal välja heidab, on ülimitmekesised. Esimesena ilmuvad harili-

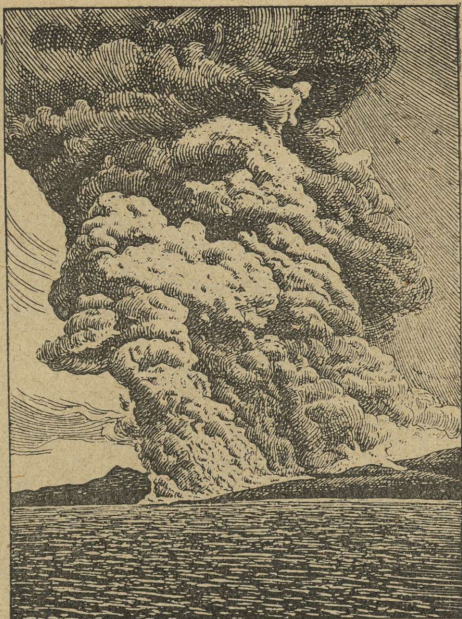


50. joonis. Vesuuvi kuhik.

kult mitmesugused gaasid, mis eeskätt sisaldavad suurel hulgal vee-auru (51. joonis). Gaasitaoliste purskeainete sammu kerkib tihti väga kõrgele (Vesuuvil 1822 üle 3000 m). Vee-aurud muutuvad ülal pilvedeks ja saavad alla tugeva vihmavalanguga, saadetud piksest ja välkudest. Tihti laiub suitsusamm, kattes laialt taevast. Mõnikord on gaasid ka mürgised, nagu seda võib oletada Martinique'i saarel oleva tulemäe Mont Pelée purskel ilmsiks tulnud nähtusest, kus terve linn St.-Pierre, 30 000 el., hävitati (51. joonis).

Ühes gaasitaoliste ainetega lendab tulemäe avausest ehk kraatrist välja ka virna — peent, tulist, tuhataolist massi, mil-

les leidub tihti ka suuremaid terasid ja tükikesi. Virna hulk on niivõrt suur, et ilm pimedaks muutub, nagu seda märgati viimasesel Vesuuvi purskel, ja maja katused virna raskusest sisse langevad. Osalt langeb virn pärast ühes vihmaga alla, tekitades mudavoolusid, mis hädaohtlikum nähtus on vulkaanilises tegevuses. Kõneldakse, et Pompeeji linn ühes teistega mattus just seesuguse mudavoolu alla. Jahtunult tekivad sest mudast vulkaanilise tufi kihid. Osa vulkaanilist virna kandub ülemiste õhuvooludega kaugele laiale. Nii märgati kaua aega peale Krakatau vulkaani pursket 1883. a. Euroopas veel vulkaanilist tolmu, mis moodustas punased ehad või langes maha „väävlivihmana“.



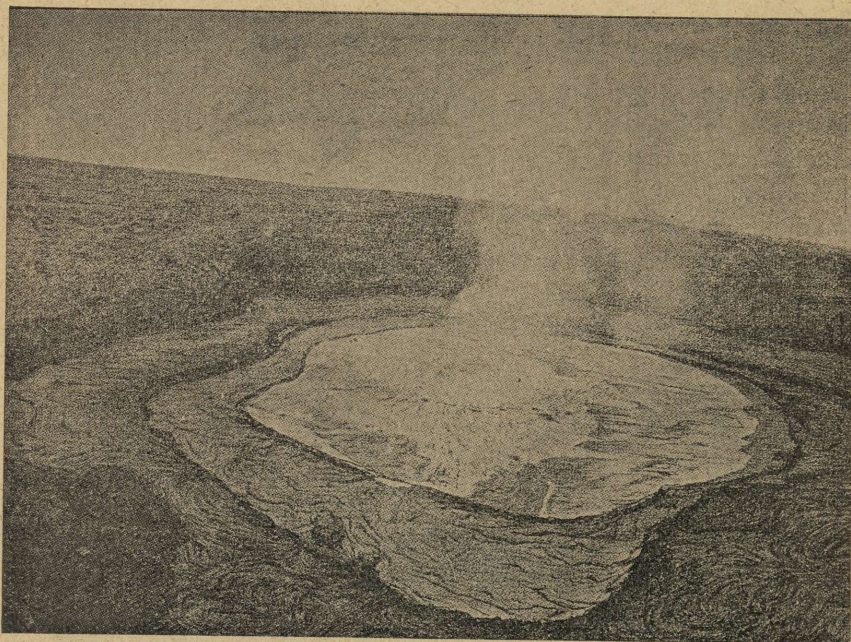
51. joonis. Mont Pelée tulemäe purse 1902. a.

Kolmandaks pursatakse kraatrist välja mitmesuursi kivitükke. Nende suuruse järgi nimetatakse neid lapillideks (ehk rapillideks), kui nad pähkli suurused, vulkaanilisteks pommideks — rusika suurused ja pankadeks — veel suuremad. Cotopaxi vulkaan heitis ühe panga, mille raskus üle 200 000 kg, 16 km kaugusele.

Viimasena voolab kraatrist välja vedelat ainet laavat, mis pikkamööda jahtudes allapoole venib. Öösiti helgib ta heleda valgusega kaugele ümbruses (52. joonis). Suuremalt jaolt aga ei suuda laava kerkida üle kraatri servade. Väljavoolanud laava jahtub pinnal kiiresti, kattudes kindla koorukesega; sisemuses säilib aga kaunis kõrge temperatuur kauaks ajaks, sest koor on õige halb soojuse

juhe. Peale jahtumist on laava pind kas lainete taoliselt kurdudes — lainjas laava või pankadeks murdunud — panklaava (53. joonis).

Jahtunud laava on tiheda kiviliigi laadi, tihti tumeda räbu taoline.



52. joonis. Laavajärv Havai saarel.

Sageli on aga laava tihedalt täidetud õhumullikestega ning omab kobeda väljanägemise. See on niinim. kobekivi ehk pimstein, mida laudsepad tarvitavad poleerimisel. Õhu hulk kobekivis on nii suur, et ta kergesti ka veepinnal võib ujuda.

Tegevad ja kustunud tulemäed. Tulemägede tegevuse kestus on väga mitmekesine. On vulkaane (Strombooli), mis teotsevad alalõpmata, kuna teised jälle perioodiliselt elavust avaldavad, nagu Etna (54. joonis). Me eraldame üldse tegevaid ja kustunud vulkaane. Tegevate tulemägede hulka arvame neid, mis inimkonna mälestust mööda kordki on tegevad olnud.

Teised tulemäed on kustunud. Kindlat piiri nende ja teiste vahel on siiski raske tõmmata.

Mudavulkaanid. Peale laavavulkaanide võime kohata ka mudavulkaane ehk salsse (55. joonis). Olgugi et nad oma tekkimisega ei ole laavavulkaanide sarnased, ei eraldi nad



53. joonis. Kilauea tulemäe hangunud laava väli Havaii saarel.

oma tegevusega tihti ometi neist. Mudavulkaanid on mõne meetri kõrgused kingud, kraatritaolise avausega, kus muda vuliseb ja tihti välja voolab. Neid vulkaane leiame Apenniini poolsaarel, Sitsiilias, Krimmi poolsaarel Kertši ümbruses, Tamaani ja Apšerooni poolsaarel, Kamtšatkas, Ameerikas ja Aafrikas. Nad asetsevad, nagu laavavulkaanidki, merede läheduses.

Kõrvalnähtused. Tulemägede tegevusega on seotud veel mõned kõrvalnähtused. Nimelt tekivad tulemägede läheduses mitmesugused gaasiallikad. Eraldub neist peasjalikult vee-

auru, siis nimetatakse neid fumaroolideks¹⁾. Eriti palju leiame neid Ülem-Itaalias ja Uuel Meremaal.

Solfataarideks²⁾ kutsutakse neid allikaid, mis väävli-gaasi, eriti väävelvesinikku, välja heidavad ja tuntud on oma-pärase mädamunade lõhnaga. Neid leidub Islandis ja Uuel Mere-



54. joonis. Lisakraatrid Etna tulemäel.

maal. Sääraseil kohil tekib isegi väävlit, mida ümber töötatakse, nagu Sitsiilias, Girgentis (l. džirdžentis).

Paljud vulkaanide kraatrid eraldavad ainult süsihaput gaasi, neid nimetatakse mofettideks³⁾. Oma suure erikaalu tõttu koguneb süsihapu gaas orgude ja madalikkude põhja, kuhu avanevad mofetid. Seesugustena on tuntud „Koerakoobas“

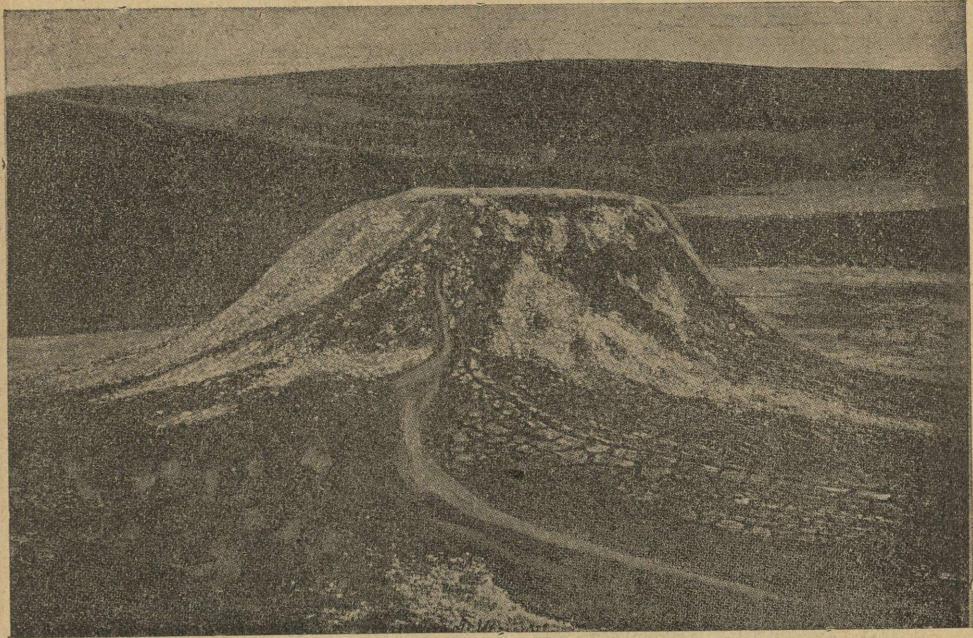
1) Fumo — suits.

2) Solfo — väävel.

3) Muffo — hallitusline, hallitanud.

Neapoli lähedal, „Surmaorg“ Jaava saarel ja Averno järv Flegra väljadel Itaalias. Mofettide läheduses ei kasva taimi ja loomad, kes sinna satuvad, koolevad kohe.

Vulkaanide tegevuse põhjused. Tähelepanv on tegevate vulkaanide koondumine mere lähedusse, kus maakoore



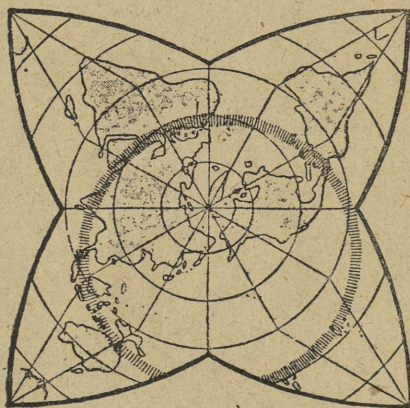
55. joonis. Aluda mudavulkaan Kertši poolsaarel.

on tekkinud suuremad murded. Et magma vulkaanikoldest maa-sügavusest pinnale võiks tõusta, on nähtavasti vajalik, et praod avaksid talle tee.

Magma asub pesadena maa kindla koore sees. Küllastatud mitmesuguste gaasidega, vabastab ta neid aeg-ajalt jahtudes. Eraldatud gaasid suruvad magma massi peale ja sunnivad teda maapinnale üles tõusma, nagu süsihapu gaas seltersi pudelist välja surub, niipea kui avaneb tee. Siia juurde tuleb veel lugeda, et ka maapinnalt võib vesi tungida sügavamaisse kihtidesse, kust, kokku puutudes kuuma laavaga, muutub auruks ja rõhku suu-

rendab. Samas sihis töötavad ka maakera enese kahanemine ja mägesid tekitavad toimingud.

Vulkaanide levimus. Vulkaanide jaotus maakeral näib olevat kaunis ebatasane. Üksikud maa-alad võivad uhkustada oma vulkaanirikkusega, kuna teistes nad koguni puuduvad (Skandinaavia, Põhja-Venemaa, Siber, Austraalia jne.). Silmapaistev on see, et vulkaanid enam ekvatoriaalsesse vöösse on koondunud, kuna nabade poole nende arv järk-järgult väheneb. Teiseks asetsevad vulkaanid enam mandrite äärtel — „suurel murdjoonel“ (56. joonis). Sügaval kontinentide sees on vulkaanide tegevus koguni väike. Kontinentaalsete vulkaanide hulka kuuluvad Ekuadori ja Mehhiko vulkaanid, 200—300 km kaugusel mererannast, ja suures Aafrika alangus olevad vulkaanid, Teleki 750 km ja Kirunga 1000 km kaugusel rannast.



56. joonis. Suur murdjoon.

Valdavamas enamuses on tulemäed koondunud Vaikse ookeani ümbrusse moodustades Vaikse ookeani vulkaanilise vöö, mis ühtub sama ookeani piirava kurruliste mäestikkude vöoga. Selles vöös on tulemägede tegevus kõige erksam. Siia kuulub üle 150 tegeva tulemäe, mis moodustab peaaegu poole osa kõigist tegevaist tulemägedest. Ta annab veel lisavöö, mis ühele poole ulatub üle Jaava, Sumatra, Nikobaaride kuni Birmani ja teisele poole üle Samoa ja Tonga saarte kuni Madalate saarteni.

Atlanti ookeani vöö, mis Jan Mayeni saarelt algab ja üle Islandi, Asooride, Kanaari, Püha Helena saare kuni Tristan d'Acunha'ni (loe T. d'Akunja) läheb, sisaldab endas vähem tulemägesid). Ta annab haru Vahemere ümbrusse. Nii näeme tulemägesid asuvat suure murdjoone ääres, mis ümbritseb Vaikset ookeani. Kivikonnas tekkinud praod võimaldavad siin sulale magmale tungida maakoos asuvaist koldeist kergemini päevavalgele.

Maavärisemine.

Maavärisemise all mõistame igasuguseid maapinna kõikumisi, mille algekoht asetseb sügaval maakoore all ja mille põhjused on looduslised. Kunstlikel põhjusil (kahuri pauk, auto sõit jne.) tekkinud maakoore kõikumisi ei loeta maavärisemiseks. Merepõhja kõikumisi nimetatakse ka merevärisemiseks.

Juba maast madalast oleme harjunud pidama maapinda kõikumata kindlaks ja ustavamaks jalgealuseks. Sellepärast avaldavad tugevamad maavärisemised inimese peale põrutavat mõju, luues kabuhirmu ja pöörasust. Seda suurendab veel suur ohvrite hulk ja hävitus, mida kaasa toob maavärisemine. Vulkaanilised pursked nõuavad ka ohvreid (Pompeeji ja Herkulaanum 25 000 in.), kuid maavärisemisel on need palju suuremad. Lissaboni maavärisemisel 1775. a. sai üle 60 000 in., Jaapanis Osakas 1730. a. 150 000 in. ja Messiinast 1908. a. 200 000 in. hukka. Seesuguseid suuri ohvreid ei nõua ükski muu loodusline nähtus.

Kohta, kust maavärisemise lained välja valguvad, nimetatakse maavärisemise koldeks ehk hüposentriks. Ta asub maakoore sees mõne kilomeetri (10—30 km) sügavusel. Kolde kohal maapinnal on maavärisemise keskkohht ehk episenter, kus kõige rängemad purustused aset leiavad. Siit lähevad pinnalised võnkumised välja. Kaugenedes maavärisemise keskkohast vaibuvad järk-järgult maapinna võnkumised, värin-gud. See asjaolu võimaldab kaunis ligikaudselt kindlaks määrata keskkoha asendi. Ühendades samajõulise maavärisemisega kohti joontega, jõuame lõpuks, kui silmas peame ka kohalisi pinna olusid, episentriini. Samajõu-joontel on konseentriline kuju keskkoha ümber. Kaasa aitavad siin veel jooned, mis ühendavad samaajalise maavärisemisega kohti.

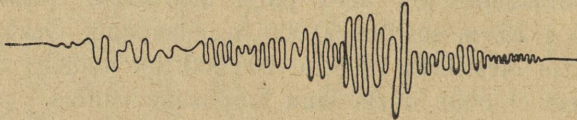
Maavärisemiste liigitus ja tugevus. Maavärisemise võnkumised võivad olla kahesugused. Liigub värisemine hüposentrist otse üles, siis saame tõukelise värisemise. Selle mõjul visatakse üles majadel katused, mägedel ladvad, nagu 1783. a. Kalaabria maavärisemises, surnud heidetakse haudadest välja (L.-Ameerikas 1797. a. Riobambas) jne.

Tõukeline maavärisemine on ikka maavärisemise kolde kohal, kaugemal sellest aga väriseb maakoore lainetaoliselt. See on laine-

line maavärisemine. Maapinna kõikumine andub siin edasi, nagu merelainetusel. Laineline maavärisemine tõukab majad ümber, kärstab seintesse praod, painutab puud, nagu suure tuule ajal, maani jne.

Maavärisemise edasiliikumise kiirus oleneb väga paljudest tingimustest. Eeskätt etendab siin peiosa kiiviliikide koosseis. Mida tihedamad, ühtlasemad ja enam pragudeta on kiviliigid, seda kiiremini andub maavärisemine edasi. Lõuna-Ameerika maavärisemine (24. X. 1894) jõudis S. Jaagost (Chiilist) Rooma 17 min., joostes nii 11 500 km, ja Roomast Harkovi — 2000 km — 1—2 min. hiljemini.

Maavärisemised ei vältu kaua, vaid tõuked järgnevad kiirelt üksteisele mõne sekundiga. Karakas'i maavärisemine 1812. a.



57. joonis. Seismogramm.

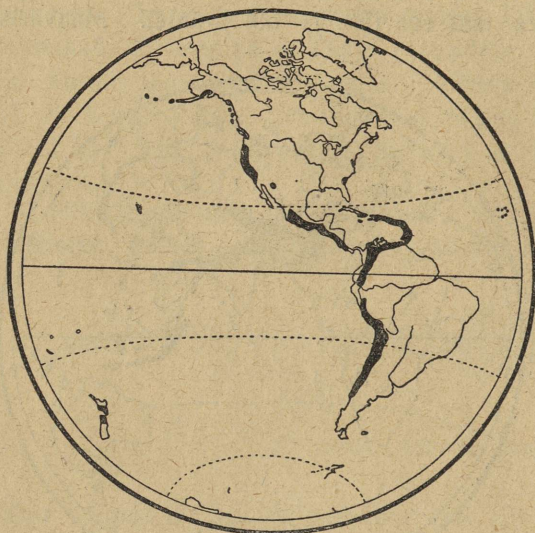
vältas kõigest 30 sek. ja Lissabon oli 1775. a. 5 minutiga purustatud. Palju suurem on aga maavärisemiste tihedus. 1903. a. loeti kuni 4760 maavärisemist, mis olid tunduvad ilma mõõduriistadeta, seega 13 maavärisemist ühe päeva jooksul. Arvustiku järele peaks igas 2 tunnis olema üks maavärisemine kuskil maakeral.

Maavärisemise tugevuse mõõtmiseks teaduslise uurimise otsarbel tarvitatakse isesugust riista — seismomeetrit või seismograafi. Tema tähtsamaks osaks on rõhtpendel, mille võnkumised edasi anduvad sulele, mis neid märgib paberile. Nii saadakse seismogramm, mille järele võib otsustada maaväringute tugevuse kui ka vältuse üle (57. joonis).

Harilikus elus kasutatakse maavärisemise tugevuse üle otsustamiseks seda mõju, mida maavärisemine avaldab ümbruse peale.

Maavärisemiste levimus ja tekkimine. Maavärisemisest tabatud ala võib olla väga laialdane. Lissaboni maavärisemine 1. nov. 1775. a., üks suuremaid oma ulatuse poolest, valdas 38,5 milj. ruutkilomeetrilise ala; see on üle 7% tervest maakera pinnast. Ida-India maavärisemine 1897. a. laius üle 45 milj.

Maavärisemiste saatjaks on harilikult kõuetaoline mürin, mis maasügavusest kuulub kostvat ja esimese hoiatusena ilmub, elektrinähtused õhus, aurude väljavoolamine maa alt, tugev merelainetus jne.



59. joonis. Maavärisemiste levimine.
Maavärisemiste alad on mustalt märgitud.

Inimesele saadab maavärisemine suurt kahju, purustades ja hävitades loodud varandusi. Maastikku toob ta suuri muutusi. Öitsvad kohad langevad pihuks, maakoore kärisevad praod, kerkivad astmed, mäeladvad langevad orgu, tekivad lohud, kuhu koondub vesi, ning kaovad järved. Tihti on raske tunda endist maa kohta peale maavärisemist, nii palju toob ta sinna muutusi.

Välisjõud.

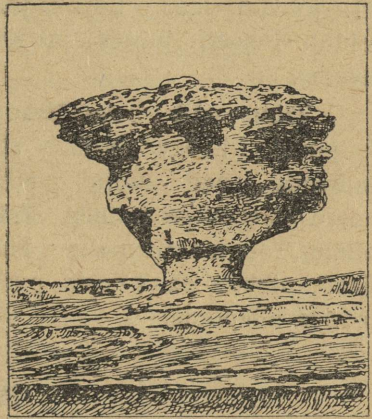
Murenemine ja paljandumine.

Maakoore pinnapealsed kiviliigid, mis kokkupuutes õhkkonnaga, on viimase mõjul alaliselt lagunemas. Seda lagunemist nimetatakse murenemiseks. Eraldame kahesugust murenemist — rabenemist ja porsumist.

Rabenemine on mehaaniline murenemine. See toimub temperatuuri kõikumiste mõjul. Kiviliikide üksikute osade paisumine ja kahanemine soojuse mõjul ei sünni sama kiirusega kõigis osades, vaid oleneb iga üksiku osa soojusejuhtivuse kiirusest. Selle tagajärjel tekib rabenemine, mis kõige erksam seal, kus temperatuuri kõikumised suured (mägedes) ja taimkate kidur (kõrbedes). Temperatuuri kõikumistele aitavad kaasa rebenemisel veel

vesi (kuidas?) ja taimede juured (kivirikud, männid jne.), mis praegusesse tungides neid laiemaks käristavad. Paraja metsailmatuga aladel, nagu seda on meie kodumaa, toimub rabenemine enamasti talvel.

Porsumine on keemiline murenemine. See künib palju sügavamale maakoarde kui rabenemine. Porsumine toimub meie kliimas suvel ja toetub eeskätt veele. Vesi mõjub siin lahustavalt. Öhu hapniku ja vihmaveest saadud süsihappu gaasi mõjul lahustuvad mõned mineraalid (paas, kips, kivisool, dolomiit) täiesti, teised (graniit, gneis) osalt. Rabenemine annab meile kivirusu, porsumine saue. Graniidi porsumisel tekib kaoliin, millest valmistatakse portselani. Segub saue sisse veel liiva, siis tekib savi. Seega on savi liiva ja saue mehhaaniline segu. Porsumise erksus oleneb temperatuurist, niiskest kliimast, kiviliikide ehk kivimite läbilaskkest ja taimkatte tihedusest. On vesi küllastatud lahustavaist aineist, siis keeldub ta porsumast. Teatavail tingimusil võib koguni settida osa lahustunud aineist.



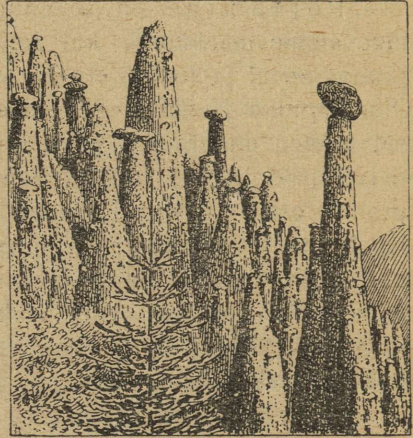
60. joonis. Seenkalju Liibia kõrvest.

Nagu teada, künivad temperatuuri kõikumised ainult teatud sügavuseni. Jääb rabenemisel tekkinud rusu kohale, siis kaitseb ta all lebavaid kiviliike ehk kivimeid murenemise eest.

Kuid teised tegurid kannavad harilikult selle materjali eemale ja paljandavad aluspinna uuesti murenemisele. Peene materjali puhub tuul tolmana ära; seda nimetatakse deflatsiooniks. Jämedama ainese kannab osalt vesi ära, osalt uhab ta suuremate kivitükkide alused ja need varisevad ise alla. Seda allaniriseva vee tegevust nimetame uhtmiseks ehk denudatsiooniks. Allavarisenud kivirusu moodustab rusukalded ja kivi-mered, kui kaljupangad suuremad. Sääraseid rusukaldeid leiame pea igal pool, ka kodumaal, paekalda, järskude jõekalaste jne. all.

Denudatsioonil on palju sarnasust jõe tegevusega. Ainult toimub ta laial alal pinnaliselt, kuna jõgi teotseb joonelises suunas. Peale selle toimub denudatsioon ka seal, kus sademete vähesuse tõttu jõed ei moodustu. Tõhtsam on denudatsioon mägedes, kus ta eemaldab kaljudest pehmemad, kohevamad osad ning tekitab sakilisi ja hambulisi mägede harju, seenkaljusid, maapüramiide (60. ja 61. joonis) jne. Seenkaljusid leidub Petseri juures ja Kostiveres.

Tihti võib mäenõlvade korjunud kohev rusu alla imbunud vee mõjul pikaldasse libisemisse sattuda. Tekib niinim. maaroom. Hari-likult nihkub ta kaunis pikka-mööda allapoole.



61. joonis. Maapüramiidid.

Muldkond.

Murenemissaadusena ilmub muldkond, mis õhukese kámarana katab maapinda. Muldkond ei ole tingitud niipalju maapinna väliskujust ja selle koosseisust, kui just kliimast, mis peamise tegurina esineb eluta maa-alade elustamises. Kliimaliste tingimuste suhtes liigitame muldkonda kahte pealiiki. Niiske kliima muldkond, nagu ta esineb kodumaal, on tekkinud eeskátt murenemise mõjul ja seisab loodissihis kolmest kihist koos. Esimene, pealmine kiht — ülamaa ehk põllumaa — sisaldab peenikest murenemisainest ja taime- ning loomajäänuseid. Ta on tumedat värvi. Allapoole läheb ta valkjamaks, mulla hulk väheneb ning ta muutub alusmaaks ehk tuhksmaaks. Siin toimub veel murenemisprotsess ja kinnituvad taime- ja loomade juured. Kõige all asub aluspõhi ehk tooresmaa, sest mullaosakesed puuduvad siin. Põllumajanduslikes suhtes liigitame muldkonda: liivamaa (kuni 85% liiva), savimaa (kuni 65% savi), möllimaa — liiva ja savi segu. Segub tooresmaasse kuni 50% taime- ja looma-

jäänuseid, siis muutub ta mullaks ehk huumuseks. Mulla tekkimisest võtavad eriti suuresti osa vihmussid (kuidas?).

Niiskeis troopikamais tekib telliskivi värvi lateriit, gneisi ja graniidi murenemisest, ja lähistroopika-mail punamaa.

Kuiva kliima aladel moodustub mustmuld (näit. L.-Venemaal). Selle aluspõhjaks on peenike savisegune moodustis — löss. Kevadel lume sulamise järel arenenud lopsakas taimkate annab suvel kuivades rikkaliku materjali mulla tekkimiseks. Kuna niiskes kliimas, nagu meil, sademete vesi mullaosad maast välja uhab ja mustmulla tekkimist takistab, jäävad nad stepi aladel maasse püsima ja rikastavad aast-aastalt maad mullaga.

Polaarmais sulab lühikese suve kestusel võrdlemisi väga õhuke pinnakiht ära. Allapoole aga ei küüni õhu temperatuur ning seal kujuneb alaliselt külmunud muldkond — keltsmaa. Taimedest võivad siin kasvada samblikud ja samblad ning mõned rohitaimed, mille juured lepivad ülemise, pealt sulava kihiga.

Peale murenemis-muldkonna leiame siin-seal veel kuhjatismuldkonda, mis tekkinud jõgede (Niiluse, Poo jne.), tuule (löss, kõrved), jää (moreenkate kodumaal) ja taimede (sood ja rabad) kuhjatusel. Kuid kuhjatis-muldkonna tekkimises on kaasa aidanud ka murenemine ja võtab osa ka selle teisenemisest.

Maismaa elukonna arenemises on muldkonnal erilisel suur tähtsus. Siin leiavad kinnitust ja toitu taimede juured ning siin areneb ka inimkultuur. Inimkultuuri arenemisele on kõige pealt muldkonna viljakus mõõduandev, sest sellest oleneb lõikuse suuruse ja rahvastiku toitumise võimalus. Viljakail aladel tiheneb rahvastik ja asulate hulk. Seltsib siia veel muldkonna rikkus väärismetallidest, nagu kuld, hõbe, vask jne., mis murenemise tõttu sattunud pinnapealsetesse maakoore kihtidesse, ning tooresaineist, nagu sau, turvas, kaoliin jne., siis areneb varssi ka laialdane tööstus.

Ka maastikupildi loomises on muldkonnal suur tähtsus. Vaatamata, et muldkonnast oleneb taimkate kidurus või lopsakus, mis mõjukamaks teguriks maastikus, annab ta ka otseselt maastikule omapärase väljanägemise. Kollased lössialad, kus muldkonnast kerkinud tolm värvib ümbruses kõik — õhu, elamud, taimed jne. — kollaseks, eralduvad oma miljöoga täiesti punase muldkonnaga lähistroopilistest maa-aladest.

Nüüdisaja pinnavormid.

Kõrguste suhted maakera pinnal.

Maapinnal märkame kõrgemaid ja madalamaid kohti. Kõrguste määramist teeme kahel viisil: 1) võttes aluseks merepinda või 2) ümbruspinda.

Arvates meretasemist üles või alla saame kõrguse merepinnast ehk absoluutse kõrguse (ü. m. p.).

Maa-alasid, mis madalamal merepinda, nimetatakse alamikudeks ehk depressioonideks. Alamikke leiame Kaspia ja Surnumere, Aarali järve jne. ääres. Kaardil märgitakse neid pruunjashallika värviga.

Maa-ala, mis kuni 200 m ü. m. p. ulatub, on madalmik. Eestimaa, Põhja-Saksamaa, Venemaa on madalmikud. Kaardil tähistame madalmikke rohelise värviga.

Kõrgemaid maa-alasid ja mäestikke, mis 200—1500 m ulatuvad, nimetame keskmikuks. Neid leiame Kesk- ja Lõuna-Saksamaal, Šotimaal, L.-Prantsusmaal jne.

Veel kõrgemad alad üle merepinna on kõrgmikud. Kõrgmikud oleksid Alpid, Himaalaja, Karpaadid, Andid jne. Kõrgmik oleks Tiibet, Abessiinia.

Pinnavormid absoluutse kõrguse järele.

Alamik — kõrgus allapoole meretasemist

Madalmik — kõrgus kuni 200 m üle meretasemi

Keskmik — „ 200—1500 m „ „

Kõrgmik — „ üle 1500 m „ „

Võtame kõrguste mõõtmisel aluseks oma ümbruse, siis saame suhtelised ehk relatiivsed kõrgused. Suhteliste kõrguste tähelepanemine ja mõõtmine on palju kergem ja ka tähtsam kui absoluutsete. Maastiku mitmekesisus ja vahelduvus oleneb eeskätt suhtelistest kõrgustest.

Oma jalgealust ümbrust, millest kõrgusi üles ja alla arvame, loeme madalikuks. Sellest allpool asuvad negatiivsed pinnavormid — lohud ja ülalpool positiivsed pinnavormid — kõrgendikud.

On pinnavormi kõrgus oma ümbrusest üle 50 m:i, siis nimetame seda mäeks. Suur Munamägi, V. Munamägi, Emumägi jne. on selle järele mäed. Tõuseb kõrgendik üle alloleva madaliku

ainult kuni 10 m:ni, siis saame künka. Kõrgendikke, mille kõrgus 10—25 m:i üle madaliku, nimetame kinkudeks ja 25—50 m:lise suhtelise kõrgusega kõrgendikke vaaradeks.

Absoluutse kõrguse järele oleks Eestimaa madalmik, kuid suhtelise kõrguse järele leiame siin künkaid, kinke ja mägesid.

Pinnavormid suhtelise kõrguse järele.

Küngas — kuni 10 m üle alloleva madaliku

Kink — 10—25 m:ni „ „ „

vaar — 25—50 m:ni „ „ „

mägi — üle 50 m:i „ „ „

Pinnavormid.

Eespool-toodud harutused näitasid meile, millised kõrguste suhted esinevad maapinnal. Nende kõrgendikkude juures teotsevad mitmesugused maapinda teisendavad sise- ja välisjõud, andes neile ülivaheldusrikka välimise ilme.

Üksikud pinnavormid avalduvad meile maastikus täiesti iseisvatena, teistest kindla piirjoonega eraldatud tervikutena. Neid nimetame põhivormeks. Põhivormid on küngas, mägi, org, üksik mäe-ahel jne.

Igaüks neist põhivormest omab hulga mitmesuguseid osiseid, millest need nagu kokku pandud. Need on vormiosised, nagu mäejalg, latv, oruveer, jõesäng jne. Vormiosis ei ilmu kunagi eraldi põhivormist. Nad on harilikult tarvilikud (mäel — mäejalg, orul — veer) ja võimalikud, mis ka võivad puududa (orul — jõesäng). Harva esinevad põhivormid eraldatuina; harilikult koonduvad nad ja annavad uue pinnavormi-ühiku — rühmvormi: künkad — küngastiku, kink — kingustiku, mäed — mäestiku. Looduses leiame rühmvorme palju tihemini kui põhivorme, mille tundmine vajalik on selleks, et saada selgemat kujutelmata vaadeldavast maa-alast.

Pinnavormide väliskuju.

Pinnavorme on kergem liigitada nende väliskuju järele kui kõrguste suhtes, mis tarvitab täpsa pildi saamiseks mõõtmist.

Väliskuju järele oleksid meil: 1) tasandikud, 2) kõrgendikud ja 3) lohud.

Tasandikud on pinnavormid, kus suhtelised kõrgused nii vähe märgatavad, et meie neid võime tasasteks pidada. Tasandikud esinevad ainult vormiosistena või põhivormidena. Vormiosistena leiame neid labamägede lagedena, orgude ja nõgude põhjadena jne. Iseseisvad tasandikud asuvad mererannikuil, mägede vahel jne. Ranniktasandikud on kõige sagedamad. Pärnu madalmik, piiratud Pandivere ja Viljandi kõrgustikkudega, on säärane ranniktasandik. Kuresaare ümbrus samuti. Randtasandikke leiame ka Põhja-Eestis paeranna ja mere vahel. Kõik meie tasandikud on absoluutse kõrguse järele madalmikud, kuid võõrail mail leidub ka kõrgtasandikke ja kesktasandikke.

Leidub maa-alal vaheldamisi kõrgendikke ja lohke, mis üldiselt aga ei muuda palju tasandiku väliskuju ega takista liiklemist, siis saame lausmaa. Eestimaa oleks lausmaa, samuti ka Põhja-Saksa- ja Prantsusmaa, Siber, preeriid, ljaanod ja pampad. Keska- ja kõrglausmaid on nimetatud ka kiltmaadeks.

Tekkimise mõttes võivad olla tasandikud:

1) Ürgtasandikud, need on vanad alad, kus pinna reljeef on pea muutumatuks jäänud oma esialgses kujus, nagu Arabias, Venemaal, Dekaanis.

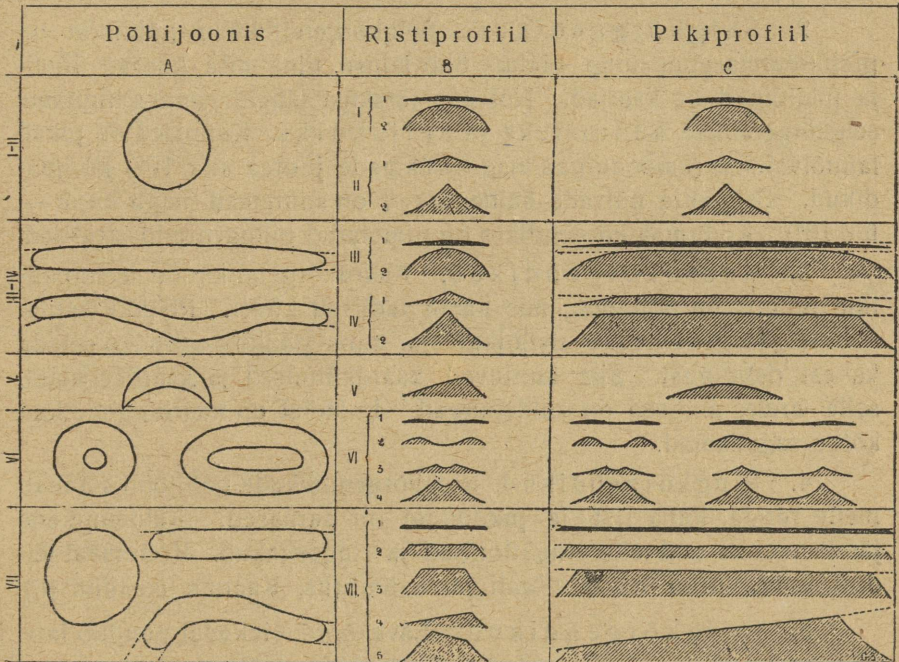
2) Uhttasandikud on kujunenud sel teel, et endised kõrgendikud on ära uhetud, nagu võime leida Soomes, Skandinaavias.

3) Kuhjatistasandikud on moodustunud jõgede, jääliustikkude või tuule mõjul, mis murenemissaadused asetasid lohkudesse ja pinna reljeefi tasasemaks muutsid. Neid leiame Šveitsis, Hiinas (lõssitasandikud).

Kõrgendikud. Kõrgendikkude väliskuju on lõpmata mitmekesine ning omapärane. Kuid selles mitmekesisuses leidub ometi tunnuseid, mis olemas kõigil pinnavormel, ja neid võime kõrgendikkude liigituses aluseks võtta. Need ühised tunnused peituvad kaldenurkades, põhi-, risti- ja pikilõigus. Kaldenurkadest oleme kõnelnud eespool, nüüd selgitame ainult läbilõikusid. Põhilõik on rõhtus ehk horisontaalne läbilõik, risti loodsihile. Ta annab meile kõrgendiku põhijoonise. Risti- ja pikilõik on

vertikaalsed läbilõigud, teineteisele täisnurgi. Nad annavad meile kõrgendiku risti- ja pikijoonise. Neile tunnustele toetudes saame järgmised kõrgendikkude tüübid (62. joonis).

1. Latvkõrgendikud. Latvkõrgendikest leiame kudu- maal kupli ja kühma. Kuppel on latvkõrgendik, mille nõlvad



62. joonis. Kõrgendikud. I. Latvkõrgendikud. — I, 1. Kühm. — I, 2. Kuppel. — II. Tippkõrgendikud, — II, 1. Kuhik. — II, 2. Sarv. — III. Selgkõrgendikud. — III, 1. Künnis. — III, 2. Seljak. — IV. Harikõrgendikud. — IV, 1. Lihthari. — IV, 2. Teravhari. — V. Sirphari. — VI. Ringkõrgendikud. — VI, 1. Ringkünnis. — VI, 2. Ringseljak. — VI, 3. Liht-ringhari. — VI, 4. Teravringhari. — VII, 1—5. Lavakõrgendikud. (Prof. J. G. Granö j.)

kaunis järsud (üle 10°) ja põhijoon ümmarik. Samasuguse põhijoonega kõrgendik on ka kühm, kuid ta nõlvad on laumad (alla 10° kaldevusega). Ristlõigud on sellepärast neil erisugused. Kupli ja kühma ladvad on ümmarik-kumerad, nõlvadest võib üks olla ka järsem ja teine laum. Rühmvormina on meil kuplistikud ja kühmastikud; suhteliste kõrgustega seotult on kuppelkingud, kühmkingud, kuppelmäed, kinkvaarad jne. või rühmvormidena kühm-

mäestikud, kühmküngastikud, kinkvaarastikud jne. Esinevad teatud maa-alal kõrgendikud üksteisele hästi lähedal, siis kujuneb meile s u m b k õ r g u s t i k, mis võib esindada sumbkingustikku, sumbmäestikku jne. Ilma kindla korrata laiali pillutud kõrgendikud moodustavad h a j a k õ r g u s t i k u, olgu hajakühmastiku, hajakuplistiku või hajakuppel-mäestiku jne. näol.

2. Selgkõrgendikud. Selgkõrgendikkude põhijoon on piklik-ümmargune ning pikkus ülib laiuse tihti mitu korda. Ristija pikilõigud on kaarjad. Nõlvade järskust tähele pannes liigitame selgkõrgendikke künnisteks ja seljakuiks. Künnised on pikad launõlvälised (kaldenurgad nagu kühmade juures alla 10°) kõrgendikud. Seljakute nõlvade kaldenurgad on suuremad (nagu kupli — üle 10°). Kodumaa kõrgendikes on nimetatud pinnavormid tavalised.

3. Kaardkõrgendikud. Kaardkõrgendikkude iseloomuline tunnus on põhijoon, mis kaare taoliselt kõver. Ristlõik sarnaneb selgkõrgendikkude ristlõikudega, kuna pikilõik võib koosneda kahest ristlõigust. Siia kuuluvad kaardkünnised ja kaardseljakud, selle järele, millised on kaldenurgad. Luidetel on kaarkõrgendikud kõige sagedamad.

4. Ringkõrgendikud. Ringkõrgendikkude põhijoonis annab meile rõnga, kuna rist- ja pikilõigud on sarnased. Kaldenurkade järele võivad nad olla ringkünnised ja ringseljakud. Kodumaal leidub seda vormi harva (Kaali järve ümbrus, Kaarma maalinn jt.).

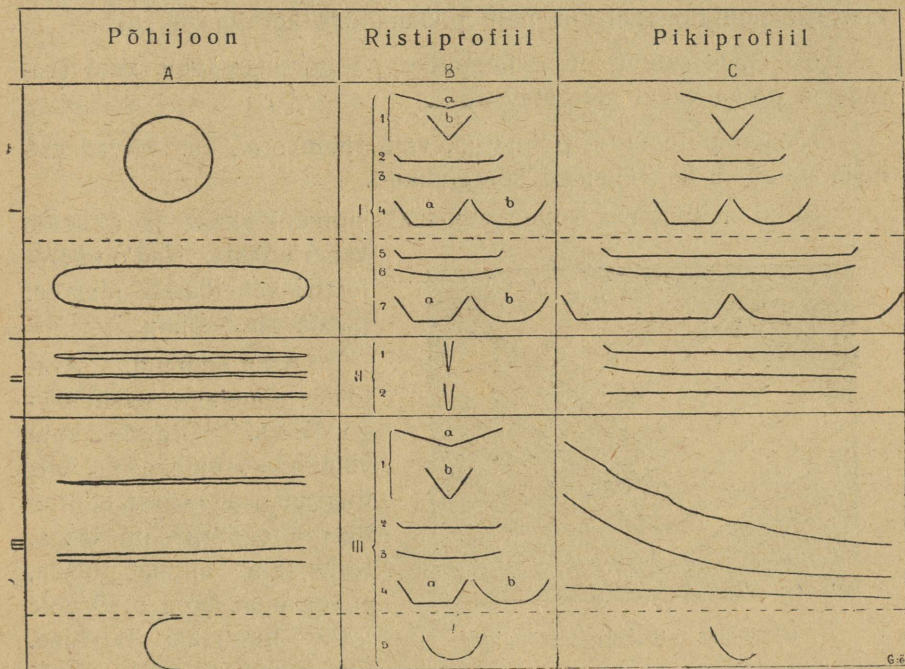
5. Lavakõrgendikud. Lavakõrgendikkudel puudub latv, nad on pealt enam-vähem tasased, lavajad. Nõlvade ja lae vahel on märgatav nurk. Põhijoon on vahelduv, ristlõikes annab pealt tasase joone. Lavakõrgendikud esinevad meil Viljandi ümbruses, kus sügavad ürgorud põhimoreen-lava lõhestanud üksikuiks lavakõrgendikeks. Peale nende kõrgendikkude esineb meil harva veel harikõrgendikke ja tippkõrgendikke. Harikõrgendikkude lagi on kujunenud kitsaks harjaks, kuna nõlvad võrdlemisi järsud on (kaldenurgad üle 25°). Tippkõrgendikkude nõlvad koonduvad sama järsult teravaks ladvaks. Mõlemad kõrgendikud on inimesele raskesti kättesaadavad.

Kõigis nimetatud pinnavormides on mõõduandev väliskuju ja suhteline kõrgus. Absoluutse kõrguse järele võivad nad esineda nii alamikul, kui madalmikul, keskmikul ja kõrgmikul. Nende esi-

dajaid leidub nii Kaspia alamikus, kui Tiibeti kõrgmikus, 4000 m üle meretasemi.

Lohkvormid. Iga ümbrusest madalamat kohta nimetame lohuku (63. joon.). Lohud võivad esineda igasuguses kõrguses.

Lohud võivad olla: 1) suletud ja 2) avatud.



63. joonis. Lohud. I. Sulglohud. I, 1 a — b. Lehter. — I, 2. Kauss. — I, 3. Liud. — I, 4. Häil. — I, 4 a. Kausshäil. — I, 4 b. Liudhäil. — I, 5. Pali. — I, 6. Mold. — I, 7. Haudmik. — I, 7 a. Lammhaudmik. — I, 7 b. Moldhaudmik. — II, 1—2. (Lõhk). — III. Avalohud ehk orud. III, 1 a — b. Sälkorg. — III, 2. Lammorg. — III, 3. Moldorg. — III, 4. Haudmikorg. — III, 4 a. Lammhaudmikorg. — III, 4 b. Moldhaudmikorg. — III, 5. Orvand. (Prof. J. G. Granö j.)

Sulglohud on igalt poolt piiratud külgedega. Neisse kuuluvad:

1) Lehter — lohku, mis pealt laiem, alt kitsam. Nad on tekkinud pinna allavarisemise, sisselangelamise tagajärjel.

2) Liud on madal ümmarik lohku, millel on raske märgata vahet põhja ja külgede vahel. Tekivad moreenküngaste kui ka liivahangede vahel.

3) Kausid eralduvad eelnimetatuist ainult sellega, et veerude ja põhja vahel on märgatav nurk.

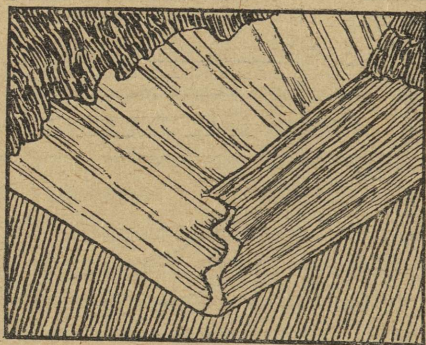
4) Häilud on ümmargused sügavad ja järsuveerulised lohud. Kõigil nimetatud lohudel on põhijoon ümmargune.

5) Mollid on laugude veerudega madalad lohud, piklikümmarguse põhijoonega, kus põhi pikkamööda kerkib veerudeks.

6) Pali samuti piklikümmariku põhijoonega lohuk, kuid veerude ja põhja vahel märgatav nurk.

Nõgu pole mitte põhivorm, vaid rütmvorm, kus võivad esineda lohud ja ka vähemad kõrgendikud.

Kõiki neid lohke võime siin-seal moreenkinkude ja düünide vahel kohata. Nad on võrdlemisi väheldased ning ei paista alati silma.



64. joonis. Sälkorg jõesängiga.

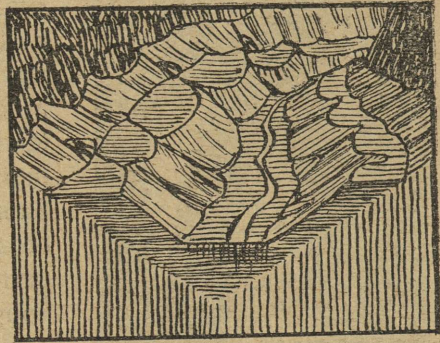
Avalohud. Avalohke nimetame teisiti orgudeks. Orgude kuju võib olla mitmekesine, mis tingitud osalt sellest, et orud tihti ühenduses on veega. Kuid tuleb silmas pidada, et vee olemasolu orus pole mitte tingimata tarviline.

On orge, kus jõge ei ole ja oru põhi täiesti kuiv on; sellepärast tuleb ikka vahet teha oru ja seal leiduva jõesängi vahel. Tõuseme meie mööda orgu, kus voolab jõgi, ülespoole, siis jõuame kohale, kus jõgi täidab tervet oru põhja. Allapoole läheb org ikka laiemaks ja kujuneb juba orulamm. Orulammiks nimetame laiemat tasast oru põhja, kus lookleb jõgi. Tihti võib osa lammist sattuda kevadeti koguni vee alla, see on uhtlamm, kuna teine osa — kõrglamm — alati kuiv on.

Orge, kus puudub lamm ja veerud terava nurgi kokku jooksevad, nimetame sälkorgudeks (64. joonis). Nad esinevad jõgede ülemisel jooksul ja harilikult mägedes või maa-aladel, kus jõgede uhtmine eriti tugev. Nende ristlõik on ∇ sarnane.

Lammiga org moodustab lammoru (65. joonis), mille ristlõik on ∇ sarnane. Moldorg on org, kus veerud tihti märkamata lähevad põhja üle. Nende ristlõik sarnaneb \cup -le. Laieneb alumisel jooksul lamm niivõrt, et oru veere enam näha pole, siis tekib orund, nagu seda leiame Kasari, S. Emajõe jne. suu pool (66. joonis). Kõrvalt suubuvad peaorgu harilikult lisaorud (66. joonis).

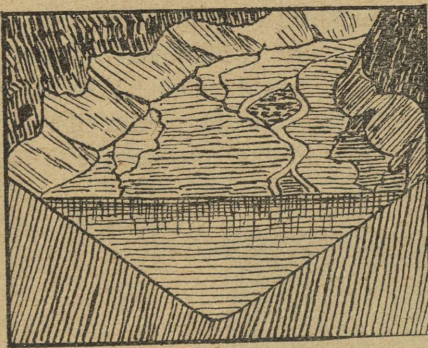
Välismaade orgudest on eriti tähelepanemis-väärilised kuristikud ja kanjoonid — järskude, peaaegu loodis veerudega mäestikuorud (Koloraado kanjoon).



65. joonis. Lammorg (uht- ja kõrglamm).

Oru osistena nimetame veel oru põhja, veerusid, pera ja suud. Kitsaneb kuskil org, siis tekib oru ahendus; läheb

org laiemaks, siis kujuneb laiendus. Esineb kuskil maa-alal rohkesti orge, mis oma vahel seotud, siis moodustub orustik.



66. joonis. Orund.

Orgude tekkimisest on osa võtnud nii sise- kui välisjõud. Orud, mis moodustunud maakera koore kahanemise tagajärjel, on tektoonilised ja vee mõjul tekkinud orud — erosiooni-orud.

3. Koopad on omapärased lohkvormid, mis ainult ühelt poolt kitsa avause kaudu on ühenduses välisilmaga. Nende suurus ja kuju on mitmekesised. Nad tekivad neil aladel, kus leavad kergesti vees sulavad kiviliigid (lubjakivi). Vesi, teotsedes nii keemiliselt kui mehaaniliselt, õõnestab aja jooksul maakoode

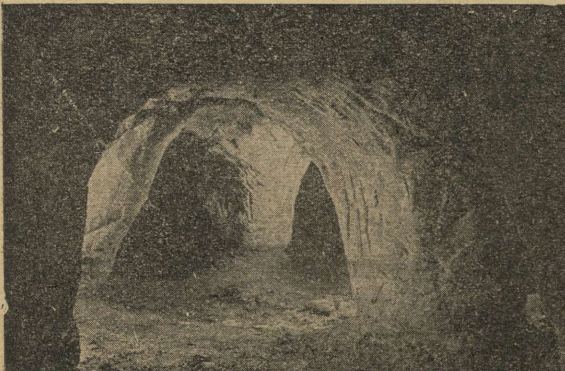
tühikud, millest kujunevad koopad. Koobaste laest ripuvad alla lubjaveest tekkinud lubjapurikad — stalaktiidid, millele alt vastu kasvavad stalagmiidid (67. joon.). Ühinedes annavad nad terve



67. joonis. Stalaktiidid ja stalagmiidid Jenolani koopast (Uues Lõuna-Wales Austraalias).

sammastiku. Tekivad sammaste vahele laialdased ja kitsad kõverad käigud ning saalid, kust võime leida järvi, kus voolavad ojad ja jõed. Mererannikul tekivad koopad murdlemise tagajärjel (näiteks Rannamõisa koobas Tallinna lähedal). Samuti võivad koopad tekkida vee erosiooni mõjul (Taevaskojal, Tarvastus ja mujal). Välismaail leiame koopaid mitmel pool mäestikes.

Suuremad neist on Adelsbergi koobas Krainas, Mammuti koobas Kentucky's Põhja-Ameerikas, mis kuni 60 km pikk, Sinikoobast Kapri saarel ja Aruküla koobastikku Tartu lähedal (68. joon.). Aruküla koobastik on kujunenud keskdevooni liivakivisse tõenäoliselt inimese tegevuse järelendusena. Võimalik, et teda ka sõjaajul peidupaigana kasutati. Praegu on koobastik osalt kokku varisenud.



68. joonis.
Võlvistik Aruküla koobastikus.

Kodumaa pinnavormide tekkimine.

Kodumaa on lausmaa, kus esinevad peaasjalikult madalamad kõrgendikud — künkad ja kingud. Mägesid leiame ainult üksikult siin-seal, nagu S. ja V. Munamägi, Tedremägi, Vällamägi, Emumägi jmt., mis oma piiratud suhtelise kõrgusega kadudes kinkude sekka üldist lausmaa iseloomu ei suuda muuta. Kõrgendikkude põhivormidest esinevad siin valdavalt kühmud, kuplid, künnised ja seljakud. Ja ainult mererannikul ning harva südamaaski kohutame ka tasandikke. Siin-seal on jõgede erosiooni mõjul kujunenud ka lavakõrgendikud (Viljandi ümbruses) ja tuule tegevuse tagajärjel kaardkõrgendikud (luited).

Kõrgendikkude tekkimises on tegevad olnud peaasjalikult kaks tegurit: mannerjää ja voolav vesi. Diluuviumi - ajajärgul kattus Eesti paksu mannerjää-koorikuga, mis Fennoskandia kõrgustikult alla libisedes küündis kuni 50° p.-l. ja kogu Põhja - Euroopat varjas. Jääkatte paksus oli suur ulatudes kuni 4 km (60° p.-l.). Jää erodeeris tugevalt maapinda, millest üle ulatus, ja jättis sel teel saadud ainese sulamisel moreenide, rändrahnude ning muna-kate, savi, kruusa jne. näol maha.

Nii leiame Eestis 1) ots- ehk servmoreene, mis tekkinud mannerjää lõpus selle sulamise ajal (Ristna ninal, Valga ümbruses, Otepää ja Haanja kõrgustikud ning mujal), 2) põhimoreene, mis moodustunud jää all. Need on sageli vähe lainjad alad, kus esineb tihti lame kuppel, kühm või künnis, sekka harvade seljakutega. Põhimoreen on koos peaasjalikult savist, mis sisaldab ka rühka (rühksavi); seda savi leiame igal pool üle kodumaa: Raplast lõunas, Emumäe ümbruses, Kesk-Tartumaal, Võrtsjärve ja Viljandi ümbruses jne. Nad tekitavad künklike moreenmaastiku, millel tihti ainult vähe lainjas ilme. Viljandi ümbrus on selle maastiku tüübilisem esindaja.

Peale ülalnimetatud pinnavormide, mis on kujunenud just jää tegevuse otsesel mõjul ja selle tõttu koosnevad väga vahelduvast ainesest, on veel pinnavorme, mille moodustamises on kaasa avitanud ka voolav vesi. Neis moodustistes on kõigis sorditatud aines. Neist nimetame järgmisi:

Vallseljakud ehk oosid on pikad kitsad harijad künnised ja seljakud, mida rahvas Neeruti ümbruses nimetab Kalevipoja

künnivagudeks. Sageli ühtub nende suund mannerjää liikumise sihiga, siis nimetame neid radiaalseiks vallseljakuiks. On nende suund mannerjää liikumisele risti, siis on meil marginaalsed ehk serv-vallseljakud. Viimaseid kohtame Läänemaal, Hiiumaal, Virumaal (Terevere mäed) ja mujal. Vallseljakud saadavad ikka suuremaid ürgorge. Koosnenud sorditatud ja kihitatud ainesest, eriti veerkividest, kruusast ja sõmerast, sekka ka peenema liivaga, peame arvama, et nad tekkinud jääaluse voolava vee tegevusel mannerjää aluste tunnelite suus, siis kui jää võrdlemisi nobedalt taganes.

Voored ehk drömlinid on piklik-ümmargused, üksteisele rööbiti minevad kõrgendikud, mis enamasti salguti esinevad. Hästi kujunenud vooreid leidub P.-Tartumaal (Äksi, Palamuse ja M.-Magdaleena kihelkonnas), Viljandimaal (Kolga-Jaani, Suure-Jaani, Tarvastu ja teistes kihelk.), Järvamaal ja mujal. Voorte pikkteel, mis 5—6 korda ülib lühitelje, ühtub ikka mannerjää liikumissuunaga teatud koha peal. Seepärast on nende suund P.-Tartumaal loodest — kakku, S.-Jaanis kirdest — edelasse, Tarvastus — põhjast — lõunasse jne. Voorte vahel on madalad soised moldlohud, kaetud põõsastikuga ja harvade madalate puudega ning kasutatud karjamaadeks või niitudeks. Voorte nõlvadel ja lagedel on põllud ja elamud. Kodumaa voorte koosseisus avaldub lahtine sorditatud aines, mis pealt kaetud põhimoreeni vaibaga, kuna südamesse võib, nagu uurimised näitavad, ulatuda ka kalju tuum. Kodumaa voored on nähtavasti kujunenud voolava vee tegevuse kaasabil mannerjää all lõheded, pragudes ja liustiku väravais, siis kui jää oli lagunemas üksikuteks pankadeks. Välismaal leidub ka kaljuvooreid ja põhimoreen-vooreid.

Mõhnad ehk keemid on ümmargused, sageli suurte kalde-
nurkadega kuplid ja harvemini kühmud, mis koosnevad peaaesjalikult peenest liivast ja sõmerast. Nad on tekkinud mannerjää serva ees voolava vee tegevusel. Mõhnastikud annavad maastikule õige rahutu ilme.

Mannerjää sulamisel pesevad ja uhavad veed servmoreeni-dest peent ainet nagu liiva, sõmerat jne. välja ja seetähtselt seda servmoreenide ette enam-vähem tasaselt. Nii on tekkinud ka kodumaal tasasemad liivaalad, mida nimetatakse sanduriteks. Sandurid levivad kodumaal laialt. Neid leiame Elva ümbruses,

siin-seal P.-Tartumaal ja mujal. Samade positiivsete pinnavormidega on seotud ka lohud. Põhimoreen-alale on iseloomulised tavaliselt lauveerulised moldorud, ja mollid, mis sageli täidetud veega, moodustavad järvi. Servmoreenid paisutavad samuti omavahelistes lohkudes järvi, nagu Otepää ja Haanja kõrgustikud neist rikkad on. Palju sagedamad on neis väga vahelduva kujuga kuivad või ainult soiste põhjadega sulglohud. Mollid ja palid vahelduvad vähemal alal kausside, häilude ja liudadega, millel tihti õige järsud veerud.

Tartu, Viljandi ja Valga ümbruses on kodumaal kujunenud suured ürgorud. Nad on kõik enamasti järsuveerulised lammorud, mille soises põhjas lookleb väike nigel veesoon. See veesoon ei võinud neid orge uuristada; vaid ürgorud on möödunud aja vormid, mis tekkisid mannerjää sulamisel vabaks saanud suurte veevooluste tegevusel. Suurim ürgorgudest on lammorg, mis lõikab Peipsi järvest üle Võrtsjärve Pärnu madalikku. Praegu voolavad ses S. Emajõgi, Tännassilma jõgi ja Raudna jõgi. Sageli on ürgorgudes tekkinud ridastikku järvi, mis moodustavad aheljärvestikud. Kõik eespool nimetatud pinnavormid on möödunud aja vormid, mille kallal nüüdisaeg ainult väheldasi muudatusi teinud. Nüüdsete vormidena esinevad meil enamikus kaardkõrgendikud ja nende vahelised lohud mere rannal. Need kõrgendikud on luited, tekkinud tuule tegevusel merest välja uhitud liivast.

Vesikond.

Vee ringkäik.

Vesi on alalises ringkäigus: auruna maapinnalt üles kerkinud, langeb ta uuesti sademetena alla. Mahasadanud vesi imbub osalt maakoode, osalt aurab õhku ning osalt niriseb kallakut pinda mööda suuremaisse veekogudesse kokku.

Maakoode imbunud vesi moodustab põhivee, mis uuesti kuskil mujal võib valguda allikatena päevavalgele. Allikaist niriseb ta mere poole, osalt uuesti õhku aurates ja maakoode imbudes.

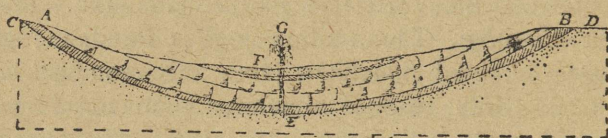
Põhiveded ja allikad.

Põhiveded koonduvad vett läbistumatule kihile.

Allikad. Avaneb veekindel kiht kuskil maapinnale, siis saame allika. Selle veekindla kihi avamine võib sündida mitmei

viisil. Sagedasti lõikab jõesäng põhivee horisonti ja seal tekivad allikad. Need allikad annavad madalvee ajal jõe veele lisa, kuid suurvee ajal, kui jõevee pind allikate veepinnast kõrgemale kerkib, võib sündida ka vastupidine nähtus ja vesi tungib jõest maapinda. Allikate vesi sisaldab eneses alati mitmesuguseid sooli, mida vesi kiviliikidest läbi imbudes lahustatult kaasa võttis. Harilikult on soolade hulk niivõrt väike, et maitsmisel seda raske on tunda. Kuid üksikuil juhtudel võib sooli ka enam olla, siis saame mitmesugused mineraalallikad. Allikad annavad ka jõgedele vett. Kuid jõevesi setitab allikaist kaasavõetud soolad aja jooksul välja, mille tõttu jõgede vesi palju vaesem on mineraal-lisanditest kui allikate vesi.

On allikate ja kaevude vees palju lubisoolasid, siis ei kõlba see vesi pesu pesemiseks ega toidu keetmiseks (miks?). Säärast vett nimetame kõvaks. Meil on kaevude vesi enamail juhtudel



69. joonis. Puurkaev.

kõva (miks?). Jõgede vesi sellevastu on pehme ja kõlblik praktilisteks otstarveteks. Me liigestame allikaid kivi-, orupõhja-, veeru-, nõlva-, harja-, rusu- jne. allikaiks.

Põhivesi ja allikad avaldavad oma mõju maastikus kaudselt. Kus põhivesi madalal ja ta ärajuhtimine raske, seal kujunevad harilikult sood, nagu seda näha, näiteks, voorte vahelistes moldorgudes ja servakuhjatiste vahelistes sulglohkudes Otepää ja Haanja ümbruses. On põhivesi liiga sügaval, siis takistab see inimeste asumist neile kohile. Luidetevahelistes lohkudes võib põhivee mõjul tekkida hädaohtlik keedeliiv. Sood võivad kujuneda ka allikate ümbruses. Samuti soodustab allikate nõrgevesi rusukaldeis maaroomade ja lihete tekkimist.

Puurkaevud. Veekindel kiht pole mitte alati rõhtus, vaid palju sagedamini längus või koguni nõgus. Säärasel kihil voolab põhivesi madalamasse kohta kokku ning on seal suurema rõhu all. Puurime ülemised kihid läbi, siis purskab mööda puuraku vesi

üles. Vee purske kõrgus oleneb sellest kõrgusest, milleni tõuseb nõo veekindlas kihis olev vesi.

Puurkaeve on esimestena valmistatud Prantsusmaal Artois's. Selle tõttu kutsutakse puurkaeve ka Artois' (artua) kaevudeks.

Puurkaevud annavad väga puhast vett; sellepärast on neil tervishoiuliselt suur väärtus. Prantsuse valitsus on lasknud puurkaeve ka Saharasse teha. Sellega on ta osa liivakörbe muutnud õitsvaks oasiks.

Mineraalallikad. Allikad, mille vees sisaldub tublisti soolasid, nimetame mineraalallikaiks. Mineraalallikate vesi on tihti mõni kraad soem kui ümbruskonna õhk. Allikate vee t^o järele liigitame neid soojadeks ja kuumadeks (termid). Selle järele, misukesi soolasid seal leidub, jaotame neid väevli, süsihapu, raua

jne. allikaiks. Mineraalallikail on teatav tervisline mõju, miks neid ka tervistusveeallikaiks kutsutakse.

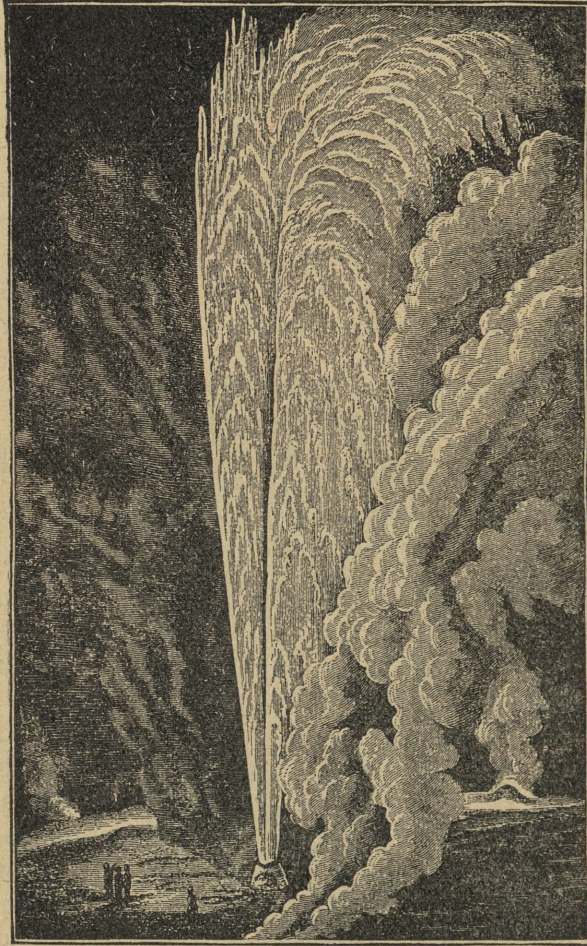
Mõne allika veest leiame ka süsihaput lupja lahusunud olekus. Maapinnale jõudes eraldub süsihapu gaas ja lubi settib vees leiduvaile asjule kõva koorena.

Geisirid. Geisirid on perioodiliselt teotsevad allikad. Oma nime on nad saanud Islandis oleva Suure ja Väikese Geisiri järele (70. joonis).



70. joonis. Geisir.

Geisirid ulatuvad oma kanalitega alla sügavasse maakoode. Et nad ainult vulkaanide läheduses ette tulevad, siis on nende vesi ka alati kuum. Kanalid on vertikaalsed ja lõpevad maapinnal



71. joonis. Beehive (mesipuu) geisir P.-Ameerikas. Veesamba kõrgus 70 m.

kitsa kaelaga. Suu ümber moodustub kuuma vee järv, mille kaldad on ränihapest, mida sisaldab eneses palju maa põhjast tulev vesi.

Aeg-ajalt, mõne tunni või päeva takka, tõuseb neist ülespurstatud kuum veesammas 20—30 m kõrgusele. Selle põhjuseks

on asjaolu, et vesi kanali laiemas põhjas nagu katlas soeneb ja auruks hakkab muutuma. See aur on veesamba ja õhurõhu all. Niipea kui auru rõhk ülalolevast rõhust suuremaks läheb, viskab ta veesamba välja, mis üles lennates jahtub ja uuesti auku voolab. All algab uuesti vee soenemine, milleks sama palju aega kulub, nagu eelmiselgi korral. Siit ongi arusaadav perioodilises geisirite teotsemises. Kanali laius on 2 m ümber. Selle laiene-misega jääb ülesvisatud samba kõrgus ikka vähemaks. Geisireid leiame P.-Ameerikas Yellowstone'i Rahvuslises Pargis (71. joonis), Uuel Meremaal ja mujal.

Pinnaveed.

Voolavad veed.

Maa pinnal esildub vesi kahel viisil — maismaa seespool — siseveena ja väljaspool maismaad — välisveena. Esimete hulka kuuluvad ojad, jõed, järved ja teiste hulka mered, väinad, lahed jne.

Nired. Välisjõududest, mis osa võtavad pinnavormide teisenda-misest, on voolavad veed ühed tähtsamad tegurid. Maapinna vormide küllus ja mitmekesisus oleneb suuresti just voolava vee tegevusest, mis iseloomustub paljandamise, edasikandmise ja kuhjumisega.

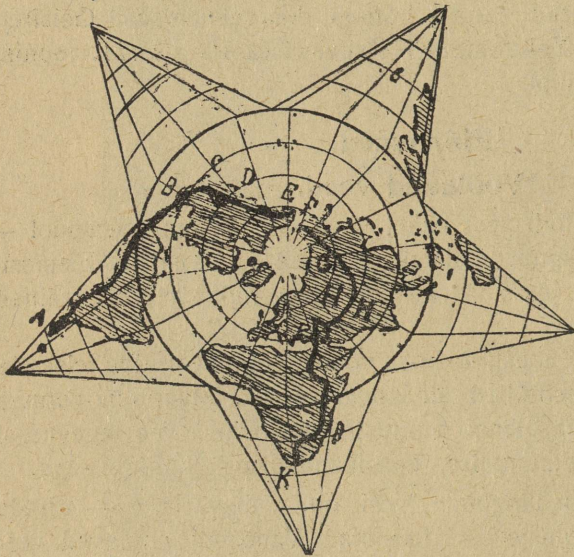
Sademetena alla langenud vesi on voolava vee — nired, ojade, jõgede ja vooluste — sünnitaja. Vähemad voolavad veed on vihma ja lume-sulavee nired, mis sageli maapinda sedavõrt tiheda nirestikuga katavad, et me võime kõnelda pinnalisest uhtumisest vastandina joonelisele uhtumisele, mis toimub ojade ja jõgede tegevusel. Veenired võtavad kaasa peene-mat lahtist ainet ja kannavad seda kas veeretades või hõljuvalt suuremisse niredesse, mis lõpuks ühinevad ojadeks, või seti-tavad selle ainese lohkudesse ja seisva vee kogudesse. Mida tihe-dam on nirestik ja mida sagedamini kordub ta tegevus, seda nobe-damalt läheb uhtumine, mis lõpeb alles siis, kui maapind madalduv jõgede või järvede tasemeni. Nired voolavad ajutiselt, neil puudub ka kindel säng, nad vahetavad sageli oma aset kallakul pinnal.

Jõed.

Jõed. Ojad on voolava vee sooned, millede laius ei tõuse üle 5 m:i. Suurema laiusega veesooni nimetame jõgedeks.

On veesoone laius üle 200 m:i, siis nimetame seda vooluseks. Jõgi või oja algab lättest, milleks võivad olla allikad, seisva vee kogud jne., ning lõpeb suuga, kas teise ojasse, jõkke, järve või merde. Lättest suubumiskohani voolab vesi ojas või jões langu mõjul.

Languks nimetame jõepõhja madaldumist ühe kilomeetri peal, mida väljendame meetrites või protsentides. Olgu näit. Suur Ema-



72. joonis. Maakera pea-veelahe (must joon).

jõgi. Võrtsjärvest Peipsini langeb ta 5 m (Võrtsjärve absol. kõrgus on 35 m ja Peipsil — 30 m). S. Emajõe pikkus on 100 km; nii langeb ta iga km peal 0,05 m ehk $0,05\%$ ($0,005\%$). Mida kõrgemal asub jõe läte ja mida lühem on jõgi ise, seda suurem on lang ja seda kiirem veevool. Lätte pool on jõgedel lang harilikult suurem.

Tervel jõe või oja ulatusel vaheldub lang mitmeti, kord suurenedes, kord vähenedes.

Kõrgem koht, kust jõed alguse saavad, on veelahe. Kaasa lisatud joonisel on maakera pea-veelahe (72. joonis). Veelahkmeid ei moodusta alati mitte kõrged mägede ahelad, vaid ka madalamad kõrgendikud. Võtavad ühiselt veelahkmet kaks jõge oma alge nii, et nende veed ühtivad ja mööda veelahkme kallakut kahele poole voolavad, siis saame jõe ka h e n e m i s e ehk bifurkatsiooni (Rossooni jõgi Narva ja Luuga jõe vahel; Orinoko — Kasikiaare — Rio Negro; Arno — Chiana — Tiiber).

Jõgi voolab ikka lohus, mida nimetame jõe s ä n g i k s. Jõesäng lõpeb harilikult merde, teise jõkke või järve. Meri on jõgedele v a l g - a l a k s. Tihti ei jõua jõed meredeni või mõne veekoguni selle-

pärast, et teel aurab liiga palju vett ära. Seesugused jõed kaovad ilma nähtava lõputa. Neid tuleb palju ette kuumakliimalistes ja sademevaestes alades. Neid jõgesid nimetame umbjõgedeks.

Järgnedes jõevoolule lättest suuni näeme, et teel liitub ühele jõele järjest teisi vähemaid jõgesid ligi. Esimene oleks peajõgi, teised lisajõed. Peajõeks loeme harilikult kõige suuremat koonduvatest jõgedest.

Merde (või veekogusse) suubudes moodustab jõgi jõesuu, mille kuju väga mitmesugune võib olla. Harilikumad on delta, kus jõgi haruneb mitmeks haruks Δ -kujuliselt. Delta on Kasari jõel, Niilusel jt. Laieneb suu lehitraoliselt, siis saame lehtersuu, mille ette tekib mere poole veealune kõrgendik — uhettjoom. Kasvab see kõrgemaks ja ulatub veest välja, siis nimetame teda leetseljakuks, mis maaga ühinedes annab — rannasääre; lehtersuu muutub — jõgilõukaks (liimaniks). Jõgilõukad on harilikud Musta merde suubuvail jõgedel (Dnjepr, Dnjestr). Lehtersuid leiame ka oma jõgedel. Lai liiman, pika rannasäärega, annab säärelõuka, mis ainult kitsa kaelaga ühineb merega. Neid leiame Veikseli jõel, Njeemanil, Ooderil jt. Ettetuiskunud liivahanged võivad sundida jõge jooksma risti rannale; siis oleks meil siirdunud jõesuu, nagu Pärnu jõel, mis rannaga tüki maad kõrvuti voolab.

Maa-ala, mida üks jõgi oma lisajõgedega niisutab, on selle jõe jõgikond, kuna jõgi ühes oma lisajõgedega jõestikku annab.

Iga jõe voolus võime märgata ülem-, kesk- ja alamjooksu, millel igal juhul oma iseärasused.

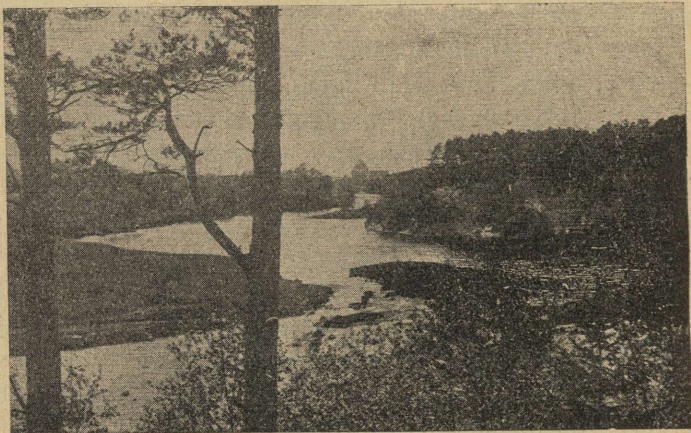
Jõgede ülemjooks on harilikult kõrgendikul (veelahe!), vee voolus on kiire, jõesäng tihti astmeline ja kaldad järsud (sälkorud). Oma tormilise voolu tõttu on jõed oma ülemjooksul inimesele kahjulikud, eriti just mägede jõed.

Keskjooksul jääb vool tasemaks, jõesäng moodustab looked, muutub laiemaks, kaldad madalamaks, tekib orulamm, mida jõgi võib tihti üle ujutada. Keskjooksul muutuvad jõed ka laevatavaks, mida ülemjooksul ette ei tule.

Alamjooks kuulub juba madalmikku. Vee vool jääb hoopis tasaseks, tekivad saared, madalmikud, delta jne. Alamjooksul on kaldad vähe märgatavad, sest org on tunduvalt laienuud. Alamjooksul tekivad jõele ka harud ja haarded. Haru algab jõest

ning suubub merde või teise veekogusse kõrvu peajõega. Haare algab jõest ja suubub natuke allpool uuesti samasse jõkke.

Alamjooksul hakkab jõgi ka tugevasti silmusklema, loogete asemele tekivad silmused (meandrid), mis eraldunud jõesängist annavad umbkõõldeid jne. (Kasari, Vääna, Pirita, Emajõgi jt.) (73. joonis). Muidugi ei avaldu kõik need omadused iga jõe juures, vaid ainult niinim. normaalsetel jõgedel. On jõgesid, mis omavad ainult ülemjooksu, nagu Kordiljeeridest Vaiksesse ookeani



73. joonis. Pirita jõgi. Jõelooked. Pahemal pool madal liuveer, kus jõgi leedab, paremal järsk pörkeveer, mida jõgi uhub ja uuristab. Keskel näha väike leetsaar.

suubuvad jõed. Mõnedel Alpi jõgedel (Inn, Iisar, Lech) on jälle ainult ülem- ja keskjooks.

Jõgedele vee hulk. Tähtsamaks elemendiks jõel on vesi. Jõevee hulk oleneb jõesängi laiusel ja sügavusel, lisajõgede rohkest ja suurusel ning eeskätt jõgikonna sademete hulgal ja auramise suurusel. Veehulk jõgedes pole kunagi püsiv, vaid kõigub, olenedes ümbruse kliimalisest tingimusest. Kõrbedes tekivad juhuslise vihmavalingu järel tugevajõulised jõed, mis kuiva ajaga jälle kaovad. Tüübilised ses suhtes on Sise-Austraalia jõed — kriigid (creeks). Need on harilikult rida lompe, mis ainult väلتava vihmajärgel jõeks ühinevad.

Kevadine lumesulamine ja suuremad sajud toovad meie jõgedele ikka rohkesti vett lisaks, ning jõed voolavad üle kallaste.

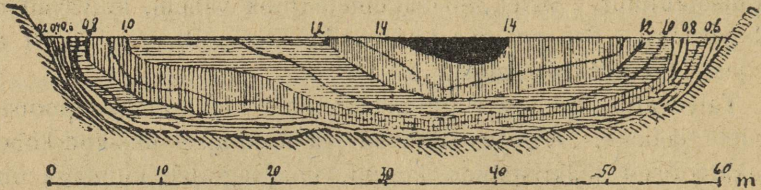
See on suurvesi. Eriti märkame suurvett seesugustes jõgedes, nagu Kasari ja S. Emajõgi. Kasari jõgi ujutab kilomeetrite laiuselt luha üle, jättes alanemisel maha hulga rammusat muda, mis soodustab lopsakat heinakasvu. Tuletagem siinjuures meelde veel Niiluse jõge, mille annina õitseb vanast ajast peale kesk kõrbi Egiptuse kultuur. Suvel, kui sademete hulk vähem, kuivavad meie jõed peaaegu. See on madalvesi. Siis võib pea kõigest meie jõgedest läbi pääseda jalgsi.

Talve alul, kui vee t^o pinnal alaneb 0^o, tekib nabadepoolsetele jõgedele jääkate. Alguses ilmuvad jää tekkimisel üksikud kohevad lobjakataolised jääkristallide kogud, mis aeg-ajalt külmaga ühinevad, kõvenevad ja üldise jääkatte moodustavad. Meie jõed külmuvad umbes novembri keskpaigas ja vabanevad aprilli alul. Kiire vooluga jõed ei külmü aga ka meil kunagi kinni. Samuti jäävad ahti koskede kohad.

Jõe tegevus. Jõe vee voolamine pole muud kui lange mine mööda kaldpinda. Sellel langemisel tekib hõõrumine, mis voolu kiirust püüab vähendada. Hõõrumise põhjustavad 1) jõesäng ja selle põhja ebatasasused, 2) kallastega kokkupuutumine, 3) õhk ja 4) veeosakeste vastastikune külgetõmme. Voolu kiirus kasvab langu ja veehulga suurenemisega ning väheneb jõesängi laienemisega. Suurematel jõgedel ei tõuse voolukiirus mitte üle 3 m/sek, kusjuures madalvee ajal kiirus umbes pool suurvee kiirusest on. Mägede ehk üba jõgedel kerkib voolukiirus kuni 5—6 m/sek, kuna see lausmaa-jõgedel (meil, näiteks) tihti ainult mõnikümmend sentimeetrit sekundis annab. Jõesängi läbilõiguse pole voolukiirus ühtlane. Hõõrumise põhjusel on ta vähem põhjas ja jõe kallaste pool ning pinnal (74. joonis). Siin on kokkupuutumine jõesängi ebatasasustega ning õhuga. Keskel ja vähe pinna all on voolukiirus kõige suurem (75. joonis). Joont, mis seob suurema kiirusega pinna punkte, nimetame voolenõvaks. Üldiselt asub ta ikka jõesängi sügavamal kohal. Looklemise mõjul kaldub voolenõva õõnsale kaldale, mis selle tõttu ka tugevamini õõnestub.

Olgu tähendatud, et vee pind jões pole rõhtus. Madalvee ajal voolab keskelt enam vett allapoole, kui kallaste poolt suudab keskele valguda. Selle tagajärjel jääb jõe veepind vähe õõnsaks — nõkku.

Suurvee ajal võime märgata vastupidist nähtust. Siis ei suuda keskelt voolenõva kaudu voolata niipalju vett alla, kui kallaste poolt juurde valgub, ning jõe veepind muutub kumeraks. Kevadel enne jääminekut võime märgata, kuidas sel põhjusel jää keset jõge üles kerkib, kohrub.



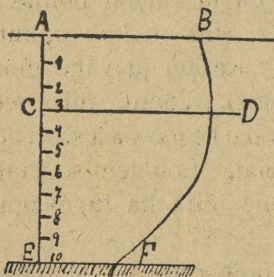
74. joonis. Jõesängi põik-läbilõik. Ülal on märgitud üksikute veekihtide voolu kiirus.

Kevadise suurvee mõjul moodustub jõe kaldal niinim. uurdeperv, kõrgem vallike, mööda jõekalda äärt. Uurdeperv langeb järsemalt jõkke ja laumalt orule. Seda mööda rajavad inimesed harilikult oma jalgteed.

Voolav vesi jões saadab korda suure töö. See töö seisab jõesängi uhtmises ehk erosioonis ja mitmesuguste setteainete edasikandmises. Jõe tegevus oleneb vee jõust. Suurema languga jõgede tegevus on selle tõttu ka palju tõhtsam ja annab palju kaugeemale ulatuvad tagajärjed. Jõe veejõud kulub kolmeks ülesandeks:

- 1) jõesängi uhtmiseks — erosiooniks,
- 2) setete edasikandmiseks ja
- 3) setete kuhjamiseks.

On kaasakantav setteainete hulk vähem kui jõe vee jõud, siis jääb osa seda jõudu üle, mida võimalik on kasutada uhtmiseks. On aga ainese hulk sama suur, siis ei avaldu uhtumist sugugi. Kolmandal juhul võib setete hulk veejõust koguni suurem olla; siis tekib jõesängis kuhjumine. Üldiselt võime öelda, et ülemjooksul, kus veejõud suurem, valitseb erosioon, alamjooksul sellevastu esineb kuhjumine, sest isegi suurte vooluste jõud väheneb hõõrumise ja väheldase langu tagajärjel. Keskjooksul on setete raskus ja veejõud



75. joonis. Jõevoolu kiiruse kõver põik-läbilõikes (CD kohal 3 m sügavusel on voolu kiirus suurim).

peaaegu tasakaalus; seal puudub nii erosioon kui kuhjumine. Õeldu maksab ainult üldiselt jõe tegevuse kohta. Üksikasjaliselt võetud on see nähtus palju mitmekesisem, sest iga vähemgi takistus jõesängis toob endaga kaasa muudatusi ka veejõu kulumises.

Setted on jõevees kahel kujul — lahustatud ja kindlakehalised.

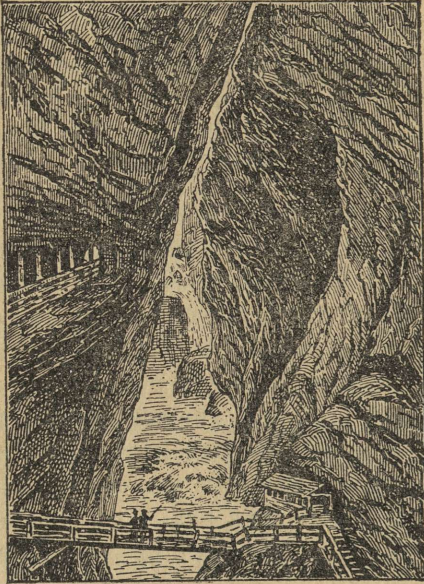
Esimesed setted moodustuvad mitmesugustest sooladest, mida kaasa toovad maapinda mööda nirisevad veed ja veel enam põhi-veed. Aasta vältusel kannavad jõed määratu hulga lahustatud aineid meredesse (kuni 4 bilj. kg). Esimesel kohal esineb lahustatud ainete seas keedusool ja lubisoolad.

Kindlakehalised setted esinevad 1) suuremate kivikildudena ja kruusana, 2) liivana ning 3) hõljuva sauena ja mudana. Tekkimisala järgi võivad nad olla ülilimitmekesised. Nad võivad põlvneda jõesängist, kust nad lahti murtud, võivad ka hoopis mujalt olla jõkke kantud. Edasikandmisel hõõruvad suuremad kivitükid ja liivaterad üksteist vastu, samuti ka jõe põhja vastu ja kaotavad oma teravad nurgad. Mida kiirem on veevoolus jões, seda suuremaid kivitükke kannab jõevesi endaga kaasa. Kiiruse puhul 1,5 m sekundis suudab veevoolus kaasa võtta kuni tuimuna suurusi kive ning kiiruse juures 2 m sekundis kuni 3 kg raskusi. Übajõgedes, kus veevoolu kiirus 11 m sekundis, kanduvad edasi kaljupangadki.

Harilikult leiame jõgede ülemjooksul ikka suuremaid kindlakehalisi setteid kaasa kantavat või edasi veeretatavat. Mida lähemale merele, seda nõrgemaks jääb veevool ja kaasavõetud ained settivad järk-järgult põhja. Settinud ained moodustavad jões madalikke, leetseljakuide, saari ja suus — rusukoonusid. Viimased moodustised on väga tüübilised übajõgedel, mis tugevate sadude või lumesulamise järgi üles paisuvad ja jõus on kaasa kandma määratu hulga kindlakehalisi setteid. Veejõu kahanemisel settivad põhja ka keemiliselt lahustatud ained.

Jõgede setteainete hulk on väga suur. Meil eriti kevadel ja suurte sadude järel, mil vesi jões päris sogaseks ja tarvitamisele kõlbmatuks muutub. On arvatud, et jõed aastas kuni 10 km³ kindlakehalisi setteid merde kannavad.

Tähtsamaks jõe tegevuseks on ka uhtmine — erosioon. Meraldame külje ja põhjaerosiooni. Esimest liiki erosioon laiendab jõesängi ja tekitab looked, teine süvendab jõesängi. Ülemjooksul ja suurema languga jõgedel esineb valdavamalt põhjaerosioon, seepärast voolavadki seal jõed sälkorgudes (76. ja 77. joonis). Keskjooksul avaldub aga enam külje-erosioon. Kaasavõetud kruus,



76. joonis. Lichtensteini lõhangorg Pongaus, Salzburgi Alpides. Jõe erosiooni suurepärase näide.

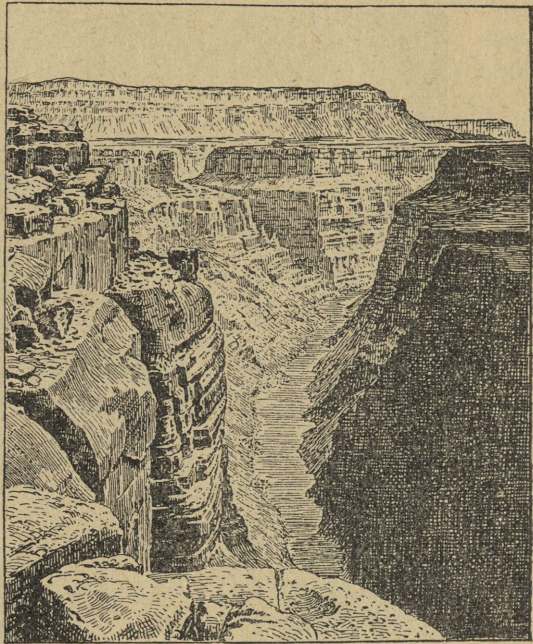
liiv ja rühk on tööriistad, millega vesi oma tegevust erodeerimisel suurendab. Jõesängi põhja tekivad uuristamisest tihti kõristataja-ugud, mille seinad avaldavad just puurimise jälgi (evorsioon).

Põhjaerosiooni ülesanne on uhta jõesängi niikaugele, et ta oleks loodis kogu oma ulatusel ja ühtiks mere tasemiga, mis uhtmisaluseks kõigile jõgedele. Sealjuures kuhjub ülemjooksult kaasa kantud aines alamjooksul, kergitades jõesängi põhja. Seda näeme eriti aeglase vooluga tasandiku- ja lausmaajõgedel, nagu seda on Poo, Doonau ja Tissa.

Jõesäng pole kogu oma ulatusel tasane. Üksikud kihid uhtuvad kiiremini, teised aeglasemalt. Tekivad astangud jõesängi. Samade kihtide vahelduv kõvadus võib saada joarünka tekkimise põhjuseks. Joarüngas on järsk kaljuastang, millelt vesi alla langeb loodsihis. Seda allakukkuvat vett nimetame joaks. Joad on paljudel P.-Eesti jõgedel (Narva, Jägala ja Keila on tuttavad joad). Joalt alla langev vesi ühes liiva ja kruusaga uhab allolevaid kihte, õõnestab ülemisi, mis järk-järgult alla varisevad. Nii nihkub joarüngas ja juga ülespoole. Niagaara joarüngas liigub 1,5 m aastas ülespoole (78. joonis). Samuti taganevad joad ka Narva,

Jägala ja Keila jõel (79. joon.). Koosneb joarüngas ühekõvadustest või allapoole kõvemaks minevaist kiviliikidest, siis murdub järk-järgult ülemine serv ja joa asemele tekib alguses joastik (kaskaad), mis edaspidisel uhtmisel koseks ehk kärestikuks muutub. Aja jooksul kaovad uhtmisel ka need. Kodumaa jõed on eriti rikkad koskedest.

Külje-erosioon läheb rõhtsuunas ja laiendab jõesängi. Sälkorud muutuvad lammorgudeks ja pärast orunditeks. Nende orgude tekkimisel on jõe looklemisel suur tähtsus. Jõevesi ei liigu kunagi sirgjooneliselt, vaid annab kõverused — looked. Loogete



77. joonis. Suur Koloraado kanjoon, mille sügavus ulatub kohati 2000 m. Jõe-erosiooni tagajärg.

tekkimise põhjuseks on maakera pöörlemine, maapinna kihtide mitmesugune kõvadus jne. Loogetes



78. joonis. Niagaara joa ülespoole nihkumine.

uhub jõgi pörkeveeru, kuna liuveerule settib kaasatoodud aines. Sel põhjusel on pörkeveer ka jäsem, kalda äär uuristatud, jõgi seal sügavam, kuna liuveerul on jõgi madal, kallas madalam ja rohtunud. Looked liiguvad harilikult allapoole ja muutuvad aja jooksul pirnukujulisteks silmusteks (jõgi silmuskleb), mis viimaks kokku puutuvad oma kõverustega. Vesi murrab kahe silmuse vahel oleva maasopi läbi ja voolab otsemini.

Endisest silmusest saab umbkoolid, mis aja vältusel jõest täiesti eraldub ja koolmejärve moodustab.



79. joonis. Keila juga.

Seisvad veed.

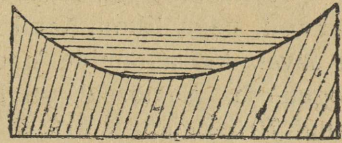
Järved.

Järvede all mõistame maapinna lohkudes asuvaid loomulikke veekogusid, millel puudub laiem ühendus merega.

Asudes maapinna lohkudes puudub neil iseseisev vorm. Järvede vorm oleneb nende lohku kujust, milles nad asuvad. Sellepärast võime leida liud-, kauss-, mold- jne. järvi.

Lohud, milles järved asuvad, võivad olla kaht liiki: ühed tekivad süvendistena maakoos, teised aga kujunevad maapinnale kuhjatiste taga. Esimestesse lohkudesse tekkinud järvi nimetame süvendisjärviks, teisi — paisjärviks (80. ja 81. joon.). Eesti järved on oma suuremas enamusel paisjärved, tekkinud moreenkuhjatiste vahelistes lohkudes.

Süvendisjärved võivad olla väga mitmesugustel põhjustel tekkinud. Nii tekivad vulkaanilised järved kustunud tulemägede avausel.



80. joonis. Süvendisjärv.

Neid leiame Albaania mäestik, Eifeli mäestik, Jaava saarel jm. Mägede kurrutusel ja murrangute ning visete moodustumisel kujunenud lohkudes esinevad tektoonilised järved, nagu Tanganjika ja Surnumeri. Karstimaastikus tekivad maakoore sisselangenõgudes — sisselange-järved, ning erosioonijärved asuvad neis lohkudes, mis on jääliustikud moodustanud maakoore.

Järved on enamasti tihedas ühenduses jõgedega. Järved, millel säärane ühendus puudub, on umbjärved. Seesugustena esinevad meil paljud väikesed soojärvekesed. Järved, kuhu lõpevad ainult jõed ja millel puudub väljavool, on suubumisjärved. Harilikult tekivad nad kuivkliimalistes maakera osades, nagu Kesk-Aasias.



81. joonis. Paisjärv.

Seal leiame tüübilise suubumisjärvena näiteks Aarali, Balkaši, Kaspia, Lop-Nori jt. Viimasel pole isegi järve nõgu, vaid see on ainult Tarimi jõe suu. Kodumaa järved saadavad enestest harilikult ühe või enam veesooni välja. Need on lähtejärved. Suuremad järved on enamasti läbimisjärved, millest sisse voolanud vesi leiab uuesti väljavoolu. Läbimisjärved on jõeveele selgitusnõgudeks, sest neis settib hulk jõeveega kaasa kantud ainet põhja. Säärased on näiteks Võrtsjärv, Peipsi järv jt. (Missugused?) Jõgede eraldatud silmustes tekivad veel niinim. silmusjärved.

Nagu jõgedel, oleneb järvedegi veehulk sademete rohkusest. Niiske kliima vöös on järved alati veerikkad ja järve vee kõrgus kaunis püsiv. Kuivas kliimas kõigub vee rohkus järvedes üliväga, olenedes ainult sademeist ja jõgede kaudu juurde voolavast veest. Kuival aastaajal muutuvad seal järved tihti soodeks (Austraalia järved) või jälle kahaneb järve pind väga tunduvalt. Nii kahaneb Tsaadi järve pind kuiva ajaga 50 000 km² pealt 10 000 km²:ni.

Kuiva kliimaga maades esinevad järved on enamasti soola-järved, nagu Elton, Aaral jt. Soola hulk on neis sedavõrt rohke, et suvel, kui auramine hoogsam, ta välja sadestub, kust teda siis kogutakse. Sääraseid järvi leiame rohkesti Kaspia madalmikus (kuni 70 järve).

Järvede veevärv on põhjamaail harilikult rohekassinine pruunika varjundiga. Selle värvi peale avaldab suurelt oma mõju järve ümbrus — taeva ja kallaste peegeldus, muutes teda sombus ilmaga terashalliks, pikseilmaga tumedaks, peaaegu mustaks. Kõrve järved paistavad tihti kollakatena, nagu nende ümbruski. Samuti mõjub järve vee karva peale vees hõljuvate organismide hulk, kuigi mitmesugused setted, mida sisse kannavad jõed. Meie järvede pruunikas värv on orgaanilistest hapetest, mis saadud soodest. Lõuna-Euroopa järved meelitavad meid enam oma taevasinaka — Genf, Garda jt. —, smaragdroheline — Boodeni — või õrna piimja sinaga — Neljakantoni järv.

Nagu mitmekesine on järvede vee värv, nii on ka vee läbipaistvus mitmesugune. Läbipaistvust mõõdetakse valge tsingist ketta abil, mis vette lastult teataval sügavusel enam silma ei paista. See sügavus märgitakse. Vee läbipaistvus sõltub setteainete hulgast vees ja muist põhjusist. Šveitsi järvedes kõigub läbipaistvus harilikult 4 m (Boodeni) ja 25 m (Genfi järv) vahel. Üksikuil järvedel võib ta aga ulatuda ka üle viimase piiri. Meie järvede vee läbipaistvus on harilikult väike.

Järvedel on suur mõju oma ümbruse temperatuuri peale, sest vee soojuse omadused erinevad teravalt maismaa soojuse omadusist. Vesi soeneb ja jahtub palju aeglasemalt kui maismaa. Suvel, kuumal ajal, kui maismaa tugevasti soeneb, jahutab järvepind ümbruse õhu t^o. Külmal ajal on asjaolu ümberpööratud, mil siis, kui veel puudub jääkate, järv, vabastades endas varjatud soojust, kõrgendab ümbruse õhu t^o. Siit on arusaadav, et suvel järvede lähe-

duses jahedam ja talvel soem on kui kaugemal. Muidugi avaldavad tunduvalt mõju ikka ainult suuremad järved.

Nabamaade ja osalt parasvöö järved külmuvad talvel kinni. Selleks on vaja, et veepinna t^0 oleks 0^0 . Vaiksele järvepinnale ilmub siis õhuke jääkirm, mis, kui õhu soojus ei muutu, järk-järgult pakseneb ning järve täiesti rautab. Lainetavale järvepinnale ei teki nii kergesti jää. Alguses ilmuvad jääkristallid, mis lainetuse mõjul



82. joonis. Endla järv. Näha järve soostumine: vees kasvab rohkesti vesiroose.

kampadeks kogunevad. Jääb järvepind vaikseks, siis ühinevad need jääkambad üldiseks katteks järvele. Jääkatte paksus oleneb talvekülmade karedusest ja vältusest. Meie laiuses ulatub see keskmiselt kuni meetri paksuseni.

Järvede kadumine. Järved on mööduv, kaduv ilustus maakera pinnale. Nende saatus on sarnane elusate organismide saatusega. Nad tekivad, elavad ja surevad. Nende kadumise põhjused on väga mitmesugused. Nimetame neist mõned. Süvendades oma süngi viivad jõed kõik vee järvedest, millise tegevuse ohvriks on sattunud nii paljud mägede järved. Kuivakliimalistel aladel kaovad järved selle tõttu, et auramisprotsess kaugelt intensiivsem on kui juurdekasv sademete ja jõgede kaudu. Säherdust

järvede kuivamist võime tähele panna Aafrikas (Tsaad, Ngami jt.), Turkestanis, Lääne-Siberis, Ungaris, Alpides jm.

Kõige enam kaob aga järvi selle tõttu, et jõed neid täidavad setteainetega; järved jäävad madalamaks ja kalda poolt sisse tungivad taimed lõpetavad jõgede alustatud töö (82. joon.). Alguses võime veel näha üksikuid avavee laiike — mülgaste ja laugaste näol, mis esinevad kaduva järve lõpu tunnustena. Kuid pea kaovad needki ja nende asemele tekib soo või raba. Järvede soostumist võime märgata kodumaal pea igal pool. Endistest laialdastest järvedest on meilgi järele jäänud ainult tühised jäänused.

Järvede ummistumisel langeb aja jooksul järve põhja suurel hulgal taime- ja loomajäänuseid, mis ühiselt setteainetega eluta loodusest moodustavad paksu põhjamuda-kihi (saapropel). Selle mudakihi paksus võib olla kaunis suur. Nii on Ülemiste järves seda muda kuni 17 milj. kantmeetrit. Sügavates järvedes tekib veel niinim. niidulubja- ehk järvekriidi-kiht. Niidulubja kiht on märjalt sinakasvalge, kuivalt aga tihti lumivalge, ja siis tarvitatakse teda kriidi valmistamiseks. Palju on teda tekkinud eriti peale-jääaegsetes järvedes. Viljandi järve kaldal ürgoru põhjas ulatub selle kihi paksus kuni 1 m. Niidulubja-kihid on veekindlad ja soodustavad seega turba tekkimist.

Sood ja rabad.

Järvede kadumises etendavad väga tähtsat osa just taimed. Järvede soostumine võib kujuneda kahel viisil — ülekasvamisega ja umbekasvamisega.

Esimesel juhul tekib rannalt vee peale esiti ujuv sambla- ja pärast kõrgemate taimede kate, mis hõljuva koorena aegamööda üle kogu järvepinna ulatub. Aja jooksul tugevneb ja pakseneb see kord niivõrt, et suudab kanda peal ka suuremaid taimi. Pika-peale võib ta paksus ulatuda kuni järve põhjani. Nii tekib mädaso. Endisest järvest leiame säärases soos ainult laukaid järele jäänud olevat. Kuid ka need kaovad aja vältusel.

Umbekasvamisel tungivad kalda poolt järve mitmesugused veetaimed. Kalda ääres kasvavad tarnad, soopihl, ubaleht; kaugemale tungivad juba vesikarikad, pilliroog, järvkõrkjas, veel kaugemal leiame vesikuppusid, vesiroose, penikeeli, vesiläätsi jne.

Nende juured ja teised kõduvad osad tekitavad aja kestusel paksema jäänuste kihi järve põhja, mis pikkamööda turvastub. On järv täiesti ummistunud, siis tungib sinna peale veel turbasammal, mis raba tekkimisele kaasa mõjub. Raba sisaldab eneses ikka turvast, kuna me soost ainult muda leiame.

Turbasambla mõjul võib kujuneda kõrgraba, sest sammal imeb nagu käsn vett ülespoole; lõikheinte abil tekib aga soo. Turbasammal ei armasta mineraalirikkaid vesi, neil kohtadel kasvavad harilikult lõikheinalised ja moodustub soo.

Sood ja rabad ei teki mitte ainult järvedest, vaid ka jõgede, allikate jne. läheduses, kus maapinna all veekindel kiht ja pinna lang võrdlemisi väike, mis vee äravoolu ei soodusta. Sellepärast võivad soostuda ka metsad, luhad, niidud jne. Soostunud metsadest leiame turba sees puutüvesid ja -kände. Rabad võivad tekkida ka kõrgeile mägedele. Nii leiame Kilimandžaarol 3200 m kõrgusel veel raba.

Kodumaa on eriti rikas soodest ja rabadest, mille alla umbes 15% kogu maa-alast kuulub. Kõige enam leiame neid Pärnu tasandikus, kus vee valgumine väikese kallaku tõttu pikaldane.

Karstinähtused.

Me nägime voolava vee suurt erodeerivat mõju jõgedes. Eritisena avaldub see aga lubjakivi-põhjaga maa-aladel, kus ta moodustab suurejoonelisi ja omapäraseid pinnavorme. Esimesena pandi neid tähele ja õpiti tundma Karsti mäestik (kus see asub?). Sellepärast on neid hakatud nimetama karstinähtusteks, olgugi et nad on ka mujal maakeral väga laialistel aladel vaadeldavad.

Karstimaastiku pinnavormid on urked (doliinid), karrid, koopad, maa-alused õõned, umborud, salajõed jne.

Urked ehk doliinid on kausi-, liua- või lehitraolised lohud, mis esinevad tihti üksteisele väga lähedal. Nende sügavus ja laius on väga vahelduvad. Nende põhi on paljas paekalju, aga tihedamini üle külvatud teravate kivikildudega. Harva võime sealt leida ka vett, nimelt sadude järel. Kitsaste lõhede kaudu on nad ühenduses maa-aluste tühikutega ja koobastega, milles voolavad salajõed.

Urgete tekkimine toetub keemilisele erosioonile, mis maapinna alla õõned moodustab. Nende õõnte ehk tühikute laed langevad kergesti sisse — ja urge ongi valmis. Urgete tekkimine areneb Karsti mägedes nii kiirelt, et inimene, kes vähe kauemat aega on eemal olnud kodust, ei tunne tagasitulekul enam oma ümbrust. Tihti tulevad nende mõjul asetada teisele kohale isegi elamud ja liiklemisteed.

Kõrvu urgetega asetsevad ka niinim. karrid (83. joon.). Neid leiame harilikult 1600—2300 m kõrgusel taimestikuta lubjakiivi-aladel, kus vesi keemiliselt erodeerides teotseb pinnaliselt.



83. joonis. Karrid Paekivi Alpides.

Karrid on kõrvu-jooksvad kivisse süvenenud vaod, mis jälgivad kallakule. Nad on käärulised ning vahelduva laiuse ja sügavusega. Nende vahel on hambulised ja ümmarguste või teravate servadega vaoharjad, mille laius ka vahelduv. Rändajale pakuvad karrid

suuri takistusi ülepääsmiseks ja võivad mõnikord saada hädaohtlikuks.

Doliinidele lähenevad oma kaju poolest ka pooljed — laiad nõod, väga ebatasase põhjaga. Sadude ja lumesulamise järel koguneb neisse vett, mis pikkamööda lõhede ja urukeste kaudu nõrgub maa alla. Neid kasutatakse pinna niiskuse tõttu põldudeks. Nende suurus on tihti tähelepanemis-vääriline (Livno poolje 380 km², s. o. peaaegu 1½ korda suurem kui Võrtsjärve pind). Karstinähtuste hulka võime lugeda ka seda suurepärase erosiooni, mida märkame P.-Ameerika Koloraado platool (77. joonis). S. Koloraado jõgi on süvendanud sinna kuni 2000 m sügavuse loodveerudega oru, kuhu suubuvad veel lisaorud, sügavad ja järskude veerudega.

Salajõed ning umborud on samuti iseloomulised nähtused karstil. Maapealne org lõpeb järsku, kui jõesäng järgneb maa all edasi. Maa-alusel orul leiame samuti oru ahendusi ja laiendusi, nagu maapealsetelgi orgudel. Salajõgi voolab mööda

astmelist jõesäangi, tekitades jugasid, koski jne. Tasse suubuvad lisa-salajõed, sarnaselt maapealsete jõgedega. Tihti võib kaduda vesi salajõest, kas maavärisemise või mõnel muul põhjusel tekkinud pragude ja lõhede kaudu ning järele jäävad pikad maa-alused käigud ja koopad, mille ilu imestlevad reisijad. Kohta, kus jõgi maa alla kaob, kutsutakse pugemiks.

Ülalnimetatud karstinähtused esinevad väga laialt. Me leiame neid Prantsuse Keskmäestikus, Krimmis, Uuralis, Jamaika saarel, Kentuckys jm.

Kodumaal esineb karstimaastik Tallinna ümbruses ja on tuntud seal loo-maastiku nime all. Õieti on ju terve Põhja-Eesti ja saared lubjakivisel aluspõhjal, mis soodsaid tingimusi pakub salajõgede, urgete ja pugemite tekkimiseks. Salajõgedena esinevad Põhja-Eestis Jõelegtme jõgi, mis Kostivere mõisast, kus pugem, Jõelegtme kirikuni (umbes 3 km) maa all voolab; Kuivajõgi, Kose kihelkonnas, kaob Tartu maantee läheduses maa alla ja ilmub 1,5 km edasi Uuemõisa juures uuesti maa peale; siis veel Kata jõgi, Kose kihelkonnas Tuhala juures, Uhaku jõgi Lüganusel, Salajõgi Lääne-Nigulas ja Küdema jõgi Mustjalas.

Salajõgede maa-alused sängid on peal maa märgitud urgete, lõhede ja pragudega; seal leiame püsti aetud ja risti visatud paepanku ja lompisid, kus vesi. Seda maapealset sängi kasutab salajõgi suurvee ajal, millal veehulk ei mahu maa-alust õont mööda voolama. Urkeid leiame ka mujal, nagu Juuru kih. (Idaurked), samuti ka lehtreid (Järvakandis Rapla kih.).

Ookeanid.

Ookeanid ja nende piirid. Veekogu, mis ümbritseb maismaad, nimetame ookeaniks. On olemas ainult üks ookean, mida tingitavalt jaotatakse osadeks — Vaikseks ehk Suureks, Atlandi ja India ookeaniks.

Igal ookeanil on oma piirid. Loomulikkudeks piirideks on mandrid ja saared ning tingitavateks piirideks pikkussihid, mis ühendavad mandrite lõunapoolseid otsi lõunanabaga (vaata piirid kaardilt).

Ookeanide osised tungivad mandrite vahele ja sisse moodustades seal lisameresid. On lisameri tunginud kaugele mandrisse, siis saame vahemere, nagu seda on Põhja-Jäämeri, Eu-

roopa Vahemeri, Puñane meri ja Läänemeri; kui nad uhavad aga ainult mandrite randu ja ei ole ookeanist päris eraldunud, siis nimetame neid ääre meredeks. Säärased on näiteks, Põhja, Beringi, Ohoota, Jaapani jne. mered. Vahe- ja ääremered liigestavad mandrite randu ja soodustavad sellega liiklemisvõimalusi inimestele.

Ookeanide ja merede vähemad osised, mis maismaa sisse nii tungivad, et nad ainult ühelt poolt veel ulgumerega ühenduses, nimetame lahtedeks. Väikesi lahtesid nimetame ka abajateks. Vormiliselt on lahed väga erinevad. Tõmplahed, ümmarlahed ja kaarlahed on enam-vähem tasase piirjoonega, sopilislahtedel on see aga tugevasti liigestatud ja kogu laht koosneb õieti hulgast abajaist. Satuvad oru suud vee alla, siis kujunevad orglahed. Väinad on kitsad ja kahelt poolt avatud veed, mis kahe maismaa vahelt ühendavad meresid või nende osi. Kitsast, kahe saare vahelist väina nimetame ka salmeks. Silm on aga väina kitsam koht.

Ookeanide suurus ja tekkimine. Vesi katab peaaegu $\frac{3}{4}$ maakera pinnast. Kõige väiksem ookean — India — on 75 milj. km² ja sellega umbes 7,5 korda suurem Euroopast. Atlandi ookeani pindala on 106 milj. km² ehk umbes 2,5 Aasiat. Vaikne ookean katab 180 milj. km², mis suurem on kui kõik maismaa pind.

Tekkimisloolisel arvatakse ookeanide sügavamaid osi, mis lebavad mandrite vahelistes hiigla-ürnõgudes, olevat püsivad. Madalad lisamered on muutlikud. Maakoore kerkimisel muutub nende põhi maismaaks ja maismaa madaldumisel tekib sinna meri. Selle oletuse (permanentsusetooria) kõrval esineb veel teine oletus, et ka kõige sügavamad ookeanide nõod võisid olla kord maismaad, nagu ka maismaad võisid kord minevikus olla sügavama mere põhi.

Põhjalahdestus. Ranna-äärne ookeani põhi on kaetud maismaa murenemissaadustega — liiva ja mitmejämsuse kruusaga ning mudaga. See on rannalahdestus.

Süvamere lahdestus koosneb mikroskoobiliste mereloomade lubjakestakestest (84. joonis). Sügavamais kohis (üle 5000 m) valitseb süvamere savi — punasavi, mida maismaal ei leidu. Suurelt osalt on ta koos vulkaanilisest tolmust, mis õhust ookeani vette langenud.

Merevesi. Merevesi on värvilt sinine või rohekas. Värvingu varjund oleneb temperatuurist ja soolsusest. Väga soo-

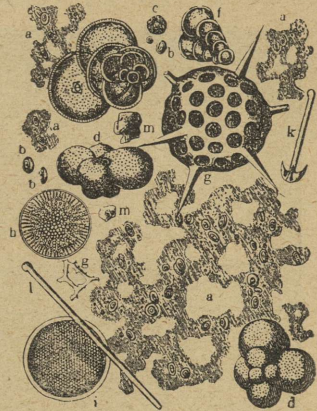
larikkad veed, nagu Golfihoovus, Kuro-Šiivo, on puhast sinist karva. Peale selle mõjuvad vee värvingu peale veel mitmesugused kõrvalised põhjused, nagu muda rohkus, plankton jne. Ka mereloomade ja alamate taimede hiilgamine annab vee värvingule erilist varjundit.

Merevesi sisaldab hulga sooli ja maitseb kibesoolane. Keskmiselt ulatub soola hulk ookeanis 3,5^o/_o. Sisemeres on see hulk vähem ja sõltub suubuvaist jõgedest. Läänemeri Tallinna juures sisaldab kõigest 0,5^o/_o ja Matsalu laht, kuhu Kasari jõgi palju magedat vett juurde kannab, veel vähem (0,2^o/_o), nii et seda vett kõlbab isegi juua. Keedu-soola on merevees kõige enam (kuni 3^o/_o). Peale selle leiame seal veel kibesoola, mis annabki mereveele mõruda maitse, ja lubisoolasid, mida paljud mereloomad kasutavad oma karbikeste ehitamiseks.

Peale soolade sisaldub merevees veel õhku, süsihapet, väälvivesinikku (Must meri). Hapnikku sisaldab merevee õhk enam kui harilik õhk. Süsihapu gaasi hulk on tingitud mereloomade väljahingamisest kui ka õhus oleva süsihapu gaasi lahustumisest.

Merevee temperatuuri päevased ja aastased kõikumised on palju vähemad kui maismaal, sest vesi soeneb ja jahtub palju mõõdukamalt kui manner, millest selgub ka mere kliimat-tasandav mõju.

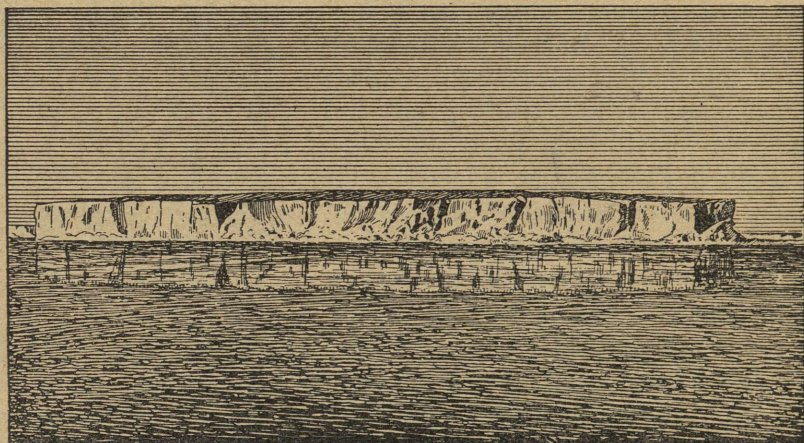
Vaadeldes merevee soojust loodsihis, märkame kolme kihti. Kuni 200 m on pinnakiht, kus t^o ruttu langeb; troopikamaadel on selle kihi pinna soojus kuni 30^o C. 200—1000 m ulatuvas keskkihis väheneb see väga pikaldaselt, ja lõpuks mõne tuhande meetri paksune aluskiht omab pea ühtlase, muutumatu t^o. Sealjuures alaneb ekvatoriaalseis meredes t^o kiiremini kui polaariseis. Merepõhja t^o on pea igal pool ühesugune ja kõigub + 2^o C kuni — 2,5^o C. See on põhjustatud merevee põhjakihtide pikaldase



84. joonis. Atlandi ookeani süvämere muda; a — kipsimuda; b — diskoliidid ja tsuatoliidid; c — kokkosfäär; d, e — globigeriin; g — radiolaarid; h, i — diatomeed jne.

liikumisega poolustelt ekvaatorile. Merevesi on suureks temperatuuri tasandajaks lähedaile maismaile.

Jää ookeanis. Ookeani vesi külmub umbes — 2° kuni — 3° C temperatuuris, olenedes soolsusest. Kallastele lähemal, kus vesi magedam, külmub vesi ka rutemini. Ulgumeres takistab külmumist veel lainetus. Polaarmeredes sünnib külmumine keskpaigaski. Jääkristallid ei sisalda soola, kuid neist tekkinud jää-



85. joonis. Ujuv jäämägi Lõuna-Jäämeres.

pangad on soolased, sest lained, heidetud jääle, jätavad külmutamisel jääpangale soola.

Merejäät, mis otsekohe polaarmeredes tekib, tuleb eraldada jäämägesid, mis arktiliste maade jääliustikkudest murdunud ja merde sattunud (85. joonis). Polaarmaad on kaetud tihti paksu mannerjäaga, mis mere poole liigub; selle rannal murduvad jäälaamad ja ujuvad jäämägedena vette. Nad ei sisalda soola, olgu siis ainult vähesel määral, niipalju kui seda lainete pritsimise veest on tekkinud. Need jäämäed on hiiglasuured, kuni 1—2 km pikad ja 300—400 ja enam meetrit paksud (Lõuna-Jäämeres). Veepinnale kerkib sest suurest paksusest ainult osake. Üheksa kümnendikku jäämäest jääb täiesti veepinna alla, sest jää erikaal on 0,9. Neis jäämägedes leiame tihti koopaid, orbi, võlve jne. Laevasõidule on jäämäed ülikardetavad. Nad asuvad tihti

püsimatus tasakaalus. On küllalt väikesest tõukest, et säärane mägi ümber langeb ja laevale hukatust saadab. Tihti on jäämäed ümbritsetud paksu uduga, mis muudab neile lähenemise veel hädaohtlikumaks. Jäämägede sünnimaaks on Gröönimaa, Teravmägede, Franz-Joosepi, Noovaja Semljaa jt. saared, Antarktika jne.

Elukond ookeanides. Ookeanide elukond on ülirikas. Siit leiame peale kalade ja imetajate veel loomi suurel hulgal igast sugukonnast. Eriti rikas on just mikroskoobiliste algloomade arv, mille karbikesed, ookeanide põhja settinult, moodustavad terved kiviliikide kihid. Sealjuures pole olemas sügavuspiire, millest allpool ei esineks elusaid olevusi. Sügavusega väheneb ainult liikide ja esindajate hulk. Samuti vahelduv on loomade värv ja kuju. Ookeanide sügavuses, kuhu valguskiired ei küüni, leiame palju loomi, kel puuduvad silmad. Teised liigid on jälle varustatud mitmesuguste valgustus-elunditega.

Ookeanide taimestik seisab koos peaaesjalikult vetikaist, millest mõned liigid küünivad hiiglasuuruseni, moodustades tihedaid metsi vee all, näiteks Ameerika ja Aafrika lõuna- ja edelaranna läheduses Sargassomeres ning läänes Asoori saartest.

Merevee liikumine.

Merevesi on alaliselt liikvel. Ta pinnalt kerkivad auruna määratud hulgad vett üles, mis, tihenenud ja vihmana alla sadanud, mere rüppe tagasi valgub. Jõgedest merde valgunud vesi kannab kaasa rikkalikku setteainest, milles mere põhjas kujunevad paksud ladedemed mitmesuguseid kiviliike, nagu liiva- ja paekivi-, kipsi- ja soolaladedemed. Mere lained uhavad randa, purustavad kaldaid ning heidavad rannale peent liiva, mis on aineseks luidete moodustusele. Meri on kahtlemata ka elu lähtekohaks olnud, sest esimesed organismid on varju leidnud just vees.

Merevee liikumine avaldub kolmel viisil: 1) lainetuses, 2) hoovustes ning 3) tõusus ja mõõnas.

Lainetus. Lainetuse põhjuseks on eeskätt kiirelt vahelduv õhurõhumine, mis tuulte puhumisel valitseb (86. joonis). Selle tagajärjel hakkavad veesakesed liikuma, nimelt saavad nad võnkliikumise. Mida tugevam on tuul, seda suurem on ka õhurõhu muutlikkus lühikese aja jooksul ning seda suurem on ka võnklii-

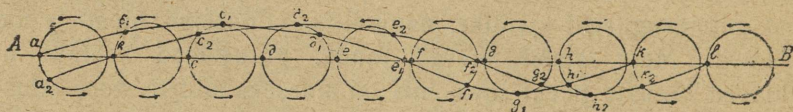
kumine, mida omab üksik veosake. Seda võnkliikumist suurendab veel õhusakeste hõõrumine ja tuule surve veepinnale.

Huvitav on jälgida lainete liikumist meres või järves. Esi-
mesel pilgul näib, nagu ei liiguks vesi mitte ainult üles-alla, vaid
rõhtsihis edasi. Ometi on see silmapäte, sest lainetamisel ei liigu
edasi vesi, välja arvatud vahest ainult õige õhuke pealmine kiht,
mida tuul hõõrumisel natuke kaasa tõmbab, vaid kõigub üles-
alla. Seda tõestab katse. Laast, heidetud lainetavale veele, ei
liugle mööda veepinda tuule kiirusel edasi, vaid hõljub pea samal
kohal, või õigemini öelda — tiirleb mööda ringjoont, mille raadius
oleneb lainetuse tugevusest. Laastu võib tuul ainult vähe edasi
lükata. Silmapäte on üksnes selle tagajärg, et üksikud veosakesed



86. joonis. Lainete tekkimine tuule mõjul.

korruga liikvele ei pääse, vaid järjestikku. Sealjuures liigub iga
veosake oma orbiiti mööda. Orbiidi ülemises osas liigub see
osake tuule liikumissuunale vastu, alumises päri (86. joonis). Nii
võime öelda, lainetamisel ei liigu edasi veosakesed,
vaid edasi andub ainult liikumine, jõud, mis
võnkliikumisse paneb naabruses olevad veosa-
kesed. Katsume seda selgitada lähemalt. Tulgu laine pahemalt



87. joonis. Lainete liikumine.

paremale, A-st B-sse (87. joonis). Alguses hakkavad võnkuma
pahempoolsed veosakesed ja selle järel parempoolsed. Sel ajal,
kui esimene veosake a teeb terve ringi, teeb teine — b —
vähem, c veel vähem jne. Ühendame kõveraga osakeste olengu
sel silmapilgul. Saame kõrgendiku ja nõo. Mõne aja pärast jõuab
esimene osake veel edasi, teine lõpetab oma ringi jne. Uus
kõver a_2, b_2, c_2, \dots ei ühti esimesega. Ta näitab ainult kõrgen-

diku ja nõo edasi minekut. Nii liigub edasi ainult laine kõrgendik ja nõgu, haarates liikumisse ikka uusi ja uusi veeosakesi. See orbitaalne veeosakeste liikumine ei andu ainult horisontaalses sihis edasi, vaid ka loodis, mere põhja poole. Ainult orbiitide raadius väheneb alatasa sügavamale ulatumisega, kuni teatavas kauguses pinnast täiesti vaibub. See kaugus oleneb lainete tugevusest (88. joonis).

Kõrgemat kohta lainel nimetame laine harjaks, madalamat — laine põhjaks. Nende vertikaalne vahe on kõrgus, ulatus ühest harjast teise või põhjast põhja — on laine pikkus. On laine väga kõrge, siis nimetame seda vooks.

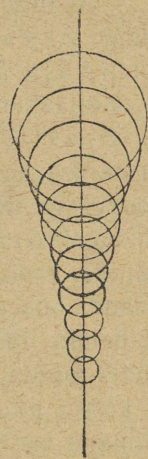
Lainete kõrgus on ülimitmekesine ja vahelduv. Sügavamais meredes on ka laine kõrgem. Ookeanide lainete kõrgus ulatub 10—15 m. Läänemere lained künnevad harilikult 1,5 m kõrguseni ja harva 3 m.

Lainete pikkus on harilikult 15—20 korda kõrgusest suurem. Ookeanides ulatuvad nad kuni 350 m.

Suurte tuulelainete turjadel tekivad veelvähemad lainekesed — virvenduslained. Ummiklainetel, mis tekkinud ilma tuuleta, ainult liikumise edasiandel, neid virvenduslaineid turjadel ei leidu. Ummiklained on laevadele tihti kardetavamad kui tuulelained. Eriti tugevalt mõjuvad ühenduses murdlemisega, mida märgatakse Guinea rannikul (kalema), Peruus, Vizcaya (Biskaya) lahes, Suumatral jne. Terved veevallid veerevad siin ranna poole suure kiirusega, murdlevad ja põrkavad tagasi pöördudes teistega kokku. Raske on sel ajal rannale läheneda (murdlained).

Kinnistes sisemeres võivad kiirete ja tugevate õhurõhumiste muutumisel tekkida veel seisvad lained, kus vesi ühel pool — nagu nõus, mida loksutatakse — tõuseb ja teisel pool vaob.

Merehoovused. Mitmel pool ookeanides märgatakse vee liikumist teatavas kindlas suunas. Neid nähtusi nimetame merehoovusteks. Merehoovuste põhjuseks on pidevalt samas sihis



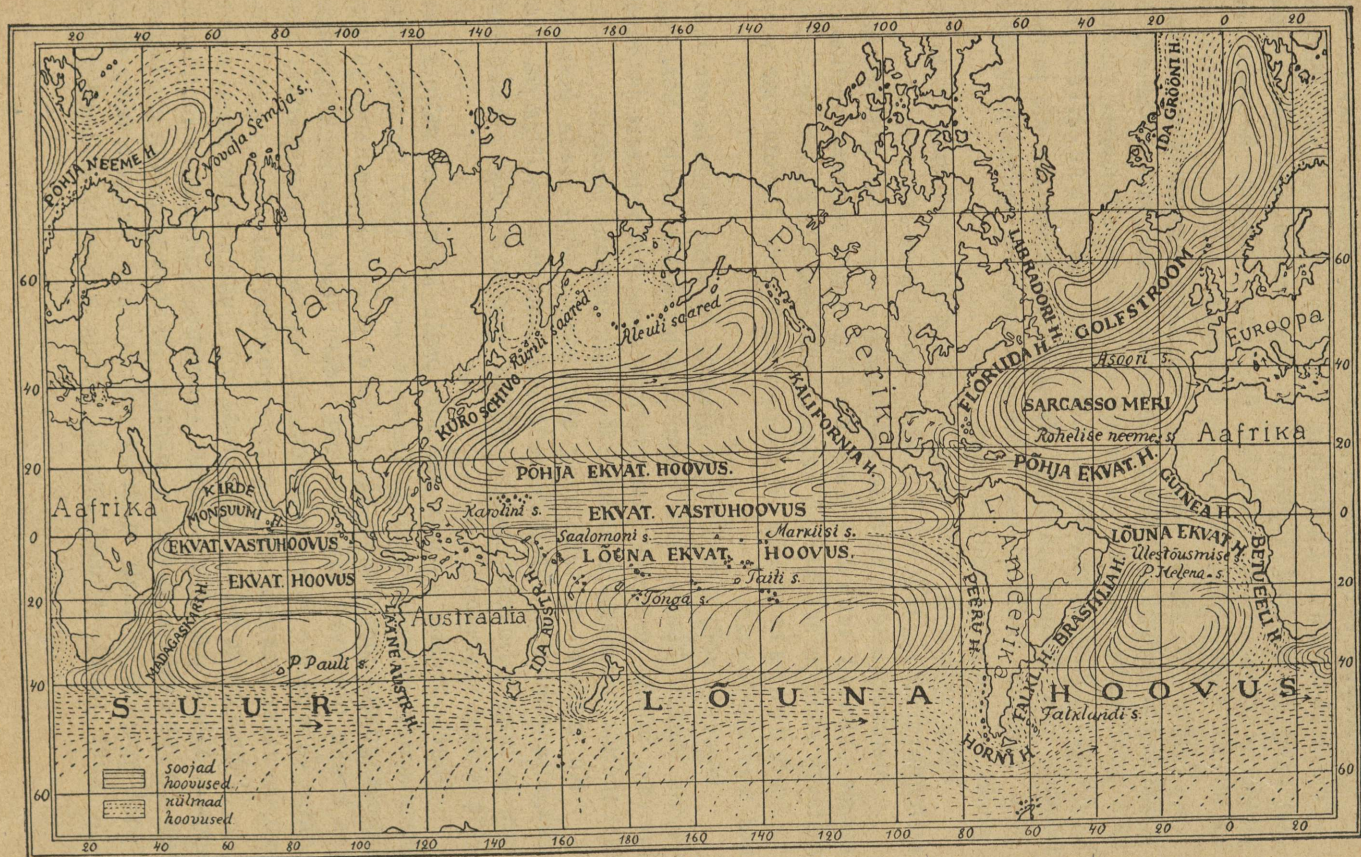
88. joonis. Veeosakeste orbitaalne liikumine väheneb sügavamale.

puhuv tuul. See tõmbab puhumisel kaasa pinnapealsed veosaakesed, need oma all olevad jne. Ning nii kujunevad merehoovused, mis kaunis sügavale võivad ulatuda. Merehoovustel on suur mõju nende maade kliima peale, mille ranniku lähedalt nad mööda lähevad. Ekvatoriaalsed hoovused toovad parajakliimalistesse maa-
desse kaasa sooja ja tasandavad ning pehmendavad kliimalisi kontraste. Need on soojad hoovused. Hoovused, mis tulevad polaarmailt ja kaasa toovad külma vett, on külmad hoovused, mis jahendavalt mõjuvad kliima peale (89. joonis).

Atlandi ookeanis algab Aafrika rannikult ekvaatori all niinimet. ekvatoriaalne hoovus. Seda hoovust liigestab ekvaator põhja ja lõuna ekvatoriaalseks hoovuseks. Lõuna ekvatoriaalne hoovus, pörgates Rokki neeme vastu, hargneb kaheks: 1) Brasiilia hoovuseks, mis lõuna poole pöördub, ja 2) haruks, mis Kariibi merde tungib ning seal põhja ekvatoriaalse hoovusega ühineb. Brasiilia hoovus, pörgates vastu lõunast tulevat külma Horni hoovust, käändub idasse ning jõuab mööda Aafrika randa algkohta tagasi. Nii tekib lõuna pool poolitajat Atlandi ookeanis ringhoovus. Põhja poolitajaline hoovus, ühinenud lõuna poolitajalise hoovuse haruga, käändub mööda Põhja-Ameerika randa (Florida hoovus) kuni 40° p.-laiuseni, kust ta kokku puutub põhjast tuleva külma Labradori hoovusega. Viimane vaob sooja hoovuse alla. Seda sooja hoovust on nimetatud Golfihoovuseks, sest varemajal arvatigi teda algavat Mexiko (Mehhiko) lahest¹⁾. Golfihoovus jõuab Islandi ja Briti saarte vahelt läbi, läheb mööda Norra randa kuni Põhja-Jäämereni. Siin käändub ta idasse ja lõpeb Noovaja Semljaa juures. Asoori saarte läheduses lahkub Golfihoovusest haru, mis läheb kagu ja siis lõuna poole ning ühtib põhja poolitajalise hoovusega, samuti ringi moodustades, nagu seda nägime lõuna pool poolitajat. Selle ringi sees on vesi vaikne ja rikas vetikaist („Sargasso meri“).

Golfihoovuse soojus on mõõduandev Euroopa kliimale, eriti silmapaistev on ta mõju Lääne-Euroopas. Selle mõjul ei külmu Norra fjordid ka külmemal talvel ja Norra põhisemas punktis (71° p.-l.) on jaanuari t° üle 3°, kuna Soome laht, mis enam kui tuhat kilomeetrit lõuna pool, kinni külmub.

1) Golf — laht.



89. joonis. Merehoovused.

Külmadest hoovustest Atlandi ookeanis tähelepandav on veel Gröönini hoovus, Gröönimaa idakalda äärt mööda. Külmad hoovused jahendavad tugevasti t^o neis maa-alades, millest nad mööda lähevad. Seda märkame ülalnimet. Gröönini hoovuses kui ka teistes, nagu Peruu, Kuriili jt. hoovustes.

Vaikse ja India ookeani hoovused on sarnased Atlandi ookeani hoovustega. Vaikses ookeanis võime samuti tähendada kaht poolitajalist hoovust ja nende vahelist ekvatoriaalset vastuhoojust. Nimetamisväärioline oleks siin veel Kuro-Šiivo soe hoovus, mis Jaapani rannalt ulatub P.-Ameerika rannale ja mille mõju sarnane Golfihoovuse mõjuga. Ameerika rannal hargneb ta kaheks — põhja- ja lõunaharuks.

India ookeanis, mis oma ulatuse poolest vähem, ei avaldu merehoovused nii tugevalt kui kahes nimetatud ookeanis.

Merehoovuste tekkimise põhjuseks on eeskätt püsivalt ühes koosis puhuvad tuuled — passaadid. Need rõhuvad veeliikvele teatavas sihis ja see kutsub välja eelnäidatud ringhoovused ja ka kompensatsioonid hoovused, mis äravoolavale veele uut asemele toovad.

Hoovusi võib meres välja kutsuda ka suur mageda vee juurdevool jõgede kaudu, mis merepinna tasakaalu rikub. Sääraseid hoovusi võime märgata just sisemeres. Läänemerest ja Mustast merest on märgata alalist väljavoolu ookeani poole.

Ka merevee t^o vahe ning soolsuse % võib saada hoovuste tekkimise põhjuseks. Nabamerede vesi oma madala t^o-ga on tihedam ja tungib ookeani põhja mööda poolitaja poole. Veepinnal tekib sellele vastuvool.

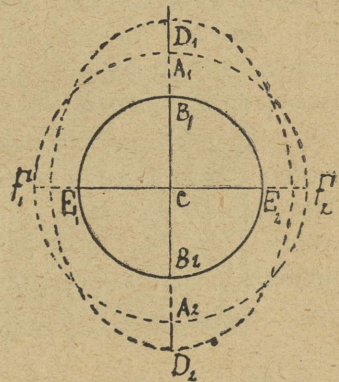
Merehoovustel on suur tähtsus, peale kliimaliste mõjude, ka organismide edasilikumise ja levimise kohta. Nad toovad kaasa mitmesuguseid mereloomi, näiteks kalu, ja New-Foundlandi juures, kus kokku põrkavad kaks hoovust, tekib väga rikkalik kalapüügi-koht. Vähematele mereloomadele on nad aga levimispiiriks, sest neil on raske pääseda üle tugevate merehoovuste.

Tõus ja mõõn. Ookeanide ja paljude merede rannal võime igapäev tähele panna korrapäraselt veepinna kerkimist ja langemist. See on tõusu ja mõõna nähtus. Umbes kuue tunni vältusel tõuseb veepind ja uhab madalad lausrannikud kaugele üle; järgmise kuue tunni vältusel alaneb vesi ja paljastab endised veega

kaetud alad. Nii kestab see järjekindlalt päevast päeva. Öö-päeva vältusel on kaks korda tõus ja sama palju kordika mõõn. Täpsalt vältab tõus 6 t. 12,5 m.; sama palju aega tarvitab ka mõõn, mis järgneb tõusule. Sel põhjusel ei ühti järgmise päeva tõusu ja mõõna aeg eelmise päeva kella-ajaga.

Tõusu ja mõõna tekitajaks on kuu ja päike oma külgetõmbea. Peaasjalikult avaldub maakerale lähema taevakeha — kuu külgetõmme.

Tõusu ja mõõna lähemaks selgitamiseks oletame, et maakera on sile ja kaetud ühepaksuse vesikorraga (90. joonis). Võtame maakeral punktid A_1 ja A_2 — vesikorral, B_1 ja B_2 — maakoorel, mille peale mõjub kuu. Kohas A_1 saab vesi kuu külgetõmbe mõjul suurema kiirenduse kui B_1 -es; selles suurema kui B_2 -es ja B_2 -es suurema kui A_2 -es, mis kuust kõige kaugemal. Kohtade B_1 ja B_2 kiirenduse asemele võime võtta nende keskmise kiirenduse, mis võrdub maakera sentri C kiirendusega.



90. joonis. Tõus ja mõõn.

Liigub vesi A_1 -st D_1 -sse, siis ei lähe B mitte sama palju maad edasi, vaid vähem, ning B_1 ja A_1 vahele tekiks tühi ruum, kui mitte vesi F_1 ja F_2 sinna ei voolaks. Nii saame D_1 -s tõusu ja F_1 ja F_2 mõõna laine. Vastupoolsel küljel liigub maakera pind kuu poole kiiremini kui vesi. Jälle tekiks tühi ruum, kui F_1 ja F_2 vesi asemele ei voolaks. Nii moodustub ka D_2 tõusu laine. Maakera pöörduv 24 t. jooksul korra oma telje ümber, sellepärast kujuneb järgneva kuue tunni vältusel F_1 ja F_2 tõusu laine ja mõõn neile risti olevais punktides jne.

Et kuu maakera ümber liigub läänest idasse — päri maakera pöörlemisele, siis on mõistetav tõusu ja mõõna laine hiljenemine 50 min. võrra. Et päike maakerast palju kaugemal kui kuu, siis on ta mõju tõusus ja mõõnas ka vähem (umb. 2,5 korda). Kuid silmapaistvalt avaldub päikese mõju siis, kui ta kuuga ühes suunas asub, s. o. noore ja vana kuu ajal. Siis on tõus ja mõõn suuremad — kõrgtõus ja kõrgmõõn — kui muul ajal. Kõige

nõrgem on tõus ja mõõn esimese ja viimase veerandi ajal (alaltõus ja alamõõn).

Tegelikus elus pole tõusu ja mõõna nähtused nii üldised. Maakera pind pole kaetud ühtlase vesikorraga. Vesi on kogunenud väga mitmesuguse sügavuse ja suurusega nõgudesse, mis ümbritsetud maismaa osadega. Sellepärast avaldub tõus ja mõõn peaaesjalikult ookeanides ja selle avalahetudes. Kinnistes sisemeres, nagu Läänemeri, ei märka me seda mitte.

Tõusulaine kõrgus on ülilimitmekesine. Ookeanides kõigub vahe tõusu ja mõõna vahel 0,5—2,5 m, kuid ranna läheduses ja kitsastes väinades ning lehterlahetudes on see kõrgus palju suurem. Eriti veel, kui tõus ja mõõn ühtivad murdlemisega. Siis tõuseb, näiteks Bristolis kanalis, tõusu kõrgus 15 m ja Fundi lahes P.-Ameerikas koguni 30 m üle mõõna.

Jõgede suus takistab tõusulaine vee voolu merde, jõel tekib mööda jõge ülespoole veerev veelaine (mascaret — Seine'i jõel). Tihti annab see laine end mitu kilomeetrit ülalpool tunda (Amatsoni jões 850 km suust). Sel lainel on suur tähtsus laevade liikumises, sest sel ajal on kergem välja pääseda jõest.

Mere tegevus.

Meri esineb maakeral suure loova ja ümbervormiva tegurina. Täielikumalt paistab see silma just rannikul — maismaa ja vee kokkupuutumisel. Ulgumerel toimub peaaesjalikult vajasainete sete, rannikul leiame aga ülilimitmekesist tegevust, mille tagajärjel avaldub rannikuvormide ja vormistikkude küllus.

Eestis oleksid nimetamisväärilised järgmised ranniku põhi-vormid: lausrannik, pankrannik ja järskrannik ning peale selle nende mitmesugused rühmvormid.

Lausrannik on kujunenud laugmere ja lausranna ühendusest. Säärast rannikut leiame, näiteks, Pärnust lõunas, Haapsalu ümbruses jne. (91. joonis). Lausrannikul avaldub eeskätt lainete kuhjuv tegevus. Suured kõrged lained ei pääse siin otsekohe rannale, sest merepõhi kerkib siin liuska maa poole. Sellepärast murdub suur laine rannast kaugemal ja moodustab murdlaine, mis ulgumerele tagasi valgub. Valge vahutav viir märgib murdlainete murdlemiskoha. Seal kujuneb tavaliselt leetseljak.

Murdlemiskohast rannani ulatub liuska kerkiv veerelava, mida mööda rannale jõuavad järjest vähenevad veerlained. Veerlained, mis siin võrdlemisi väikesed, ei purusta enam, vaid uhavad kaldale kerget liiva, loomakarbikesi ja meretaimi. Sellest ainesest moodustub rannajoonega kõrvu minev vall — randrööne ehk randvall. Mere (ka järve) taandumisel võime tähele panna mitut üksteisega kõrvu minevat randröönet. Maa poole randröönet võib korjuda vett; siis kujuneb sinna rannajärv, mis üldiselt väga lühiealine moodustis.



91. joonis. Lausrannik Harjumaal. Veerlaine on jõudnud rannale. Kari otsib jahutust laugmeres suvise palavuse eest.

Jõed, suubudes lausrannikul merde, tekitavad tihti lehtersuid (Vääna jõgi) või koguni voolavad teatava maa rannaga kõrvu — siirduvad enne, kui merde avanevad (Pärnu jõgi). Jõesuu ees tekib merelainete ja jõevoolu ühisel tegevusel veetalune kitsas kõrgendik — uhettjoom (Pirita, Keila, Pärnu jt. jõgede suus). Kõrgemale kasvades ja laienedes moodustab ta leetseljaku, mis veest viimati välja kerkib ja saareks või maasääreks muutub. Nii uhettjoomed kui leetseljakud takistavad laevadele sissepääsu jõgedesse. Madalale lausrannikule pole haruldased ka jõgede deltad (delta-lausrannik), nagu seda leiame Kasari jõel, ja luited (luide-lausrannik), mida kodumaal siin-seal tihti kohtame (Tahkurannas, Kuresaarest lõunas, Sõrves jm.). Nii avaldub lausrannikul mere tegevus peasjalikult äine kuhjumises.

Kerkib laugmere rand järsult, siis moodustub pankrannik, (92. joon.), mis on laugmere ja järsu ranna ühendus. Põhja-Eesti rannik suuremas ulatuses ja Saaremaa põhjarannik on pankrannik. Järsu ranna moodustab siin kõrge paekallas, mis mitmel pool,

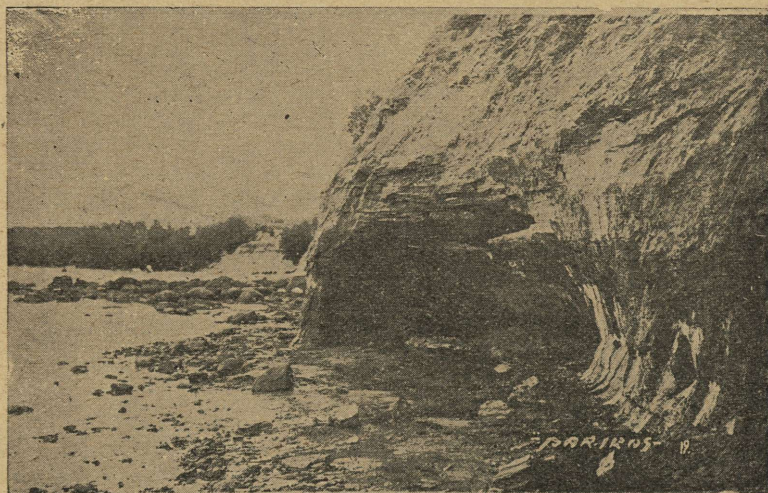


92. joonis. Pankrannik. Ülal näha paekivi-kihid, millelt murdunud vähemad ja suuremad pangad, jättes järele sirmsse. Allavarisenud pangad ja kivid moodustavad rusukalde, kus puud kasvavad.

kivikestega. Säärase tegevuse mõjul moodustub panka alguses väike õõs, mis järk-järgult suurenedes annab murd-kulpa (93. joonis). Viimane süveneb järjest ikka veel kaugemale panga sisse ning ülemised rippuvad osad murduvad ja langevad alla. Vesi töötab nende kallal alguses, neid purustades ja hõõrudes liivaks ja kruusaks. Säärast lainete tegevust pankrannikul nimetame

nagu Paldiski lähedal, Kakumäel, Mustjalal ja mujal, otse loodis merde langeb ja lainete tegevusele allub. Mere tegevus säärase pankranniku juures on teissugune kui lausrannikul. Üksteise järgi veerevad mööda laugmere veerelava suuremad veerlained vastu pankrannikut ja purustavad seda, eriti tugeva meretuule ajal, kui lainetus suurem. Tugeva hooga vastu järsku randa visatud, tungib vesi kaljus olevaisse lõhedesse ja pragudesse, laiendab neid, uhub ja sulatab sealt välja üksikud peenemad osakesed. Tihti on lainete hoo-
bid toetatud liiva- ja kruusateradega või koguni suuremate

abrasiooniks. Abrasiooni tagajärjel panga alla kogunenud aines moodustab rusukalde (94. joonis). See suureneb, järjest õõtsutab vesi liiva ja kruusa ikka kaugemale merde, mis selle tõttu ranna äärest madaldub. Järk-järgult taandub abrasiooni mõjul ka pankrannik maa poole ja selle jalal tekib peaaegu rõhtus lava, mida nimetame murrutuslavaks. Murrutuslava merepoolisel serval asub rusukalle. Murrutuslava tekkimisega ja mere madaldumisega ranna ääres väheneb lainete abrasioon. Pangast alla

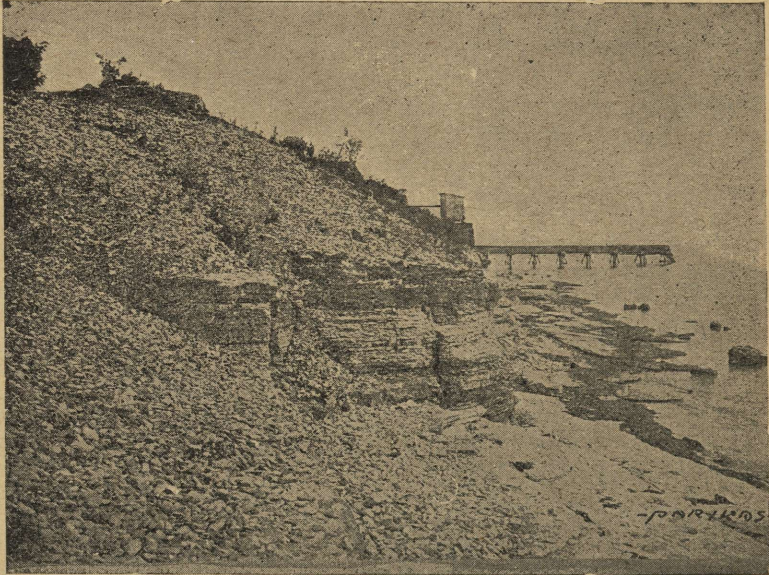


93. joonis. Murrutuskulbas Rannamõisas. Paremal nurgal märgata sambad, mis treinud lained.

varisenud kivitükid langevad murrutuslavale ning lained kulutavad oma jõu nende purustamiseks ja rusukaldesse uhtmiseks. Pealegi pole lainel, mis mööda murrutuslava maa poole liigub, enam endist jõudu, ja mida kaugemale taganeb pank, seda aeglasemaks ning vähemärgatavamaks läheb ka lainete tegevus. Pikapeale muutub pankrannik lausrannikuks, kus kaugemal teotsevad murriklained ja ranna lähedal ainult veerlained.

Murriklained tekitavad murrutuslava merepoolisel serval ning nende tegevus avaldub kõige pealt kuhjumises. Ulatunud kuni veerelava äärmise servani, viskuvad nad uperpalli ja pöörduvad merele tagasi, vähendades sellega vastutulevate lainete jõudu. Sel

põhjusel settivad kaasatoodud vajuks-ained veerelava merepoolsele servale rööbiti rannaga põhja. Neist põhja settinud aineseist kujuneb vall, mida seni, kui ta veel on vee all, nimetame leetseljakuks. Aja jooksul kasvab leetseljak kõrgemaks ja ulatub veest välja, siis nimetame teda liivarahuks. Liivarahu vastu murduvad murrilained ega pääse enam rannale. Ranna pool liivarahu kujuneb rannalaguun, kus teotseb ainult veerlaine.



94. joonis. Rusukalle. Paldiski neemel. Rusu ja rähk on osalt alla varisenud, osalt lebab paekaldal.

Järskranniku annab meile süvamere ja järsu ranna tähendus. Mere tegevus avaldub siin veel tugevamini kui eelmisel rannikul, sest süvamere tõttu on lainete kõrgus ja tugevus palju suurem. Murril ehk murrilained ulatuvad siin otsekohe täie jõuga vastu kõrget ja järsku randa. Selle tõttu purustub rand ka palju nobedamini, eriti veel sel põhjusel, et lained üles kergitavad suuri kivipanku ja nendega vastu randa põrutavad. Ranna läheduses tekib palju järsem rusukalle ja abrasiooni-aines kantakse lainetes kergemini ulgumerele. Järskrannikul võime tähele panna samu osiseid kui pankrannikul, olgu ainult, et nad kiiremini arenevad ja kasvavad.

Need rannikute põhivormid ühinevad tihti mitmesuguste teiste moodustistega nii maa kui mere poolt, andes rühmvorme. Nii tekivad siin luited (luide-pankrannik ja asteluide pankrannik), rannajärved, saared, poolsaared, mitmekujulised lahed jne., mis kõik ranniku kuju mitmekesistavad.

Välismaail leiame veel palju teisi ranniku rühmvorme. Nii leiame Norras lõhangrannikut, kus esinevad rannikus pea



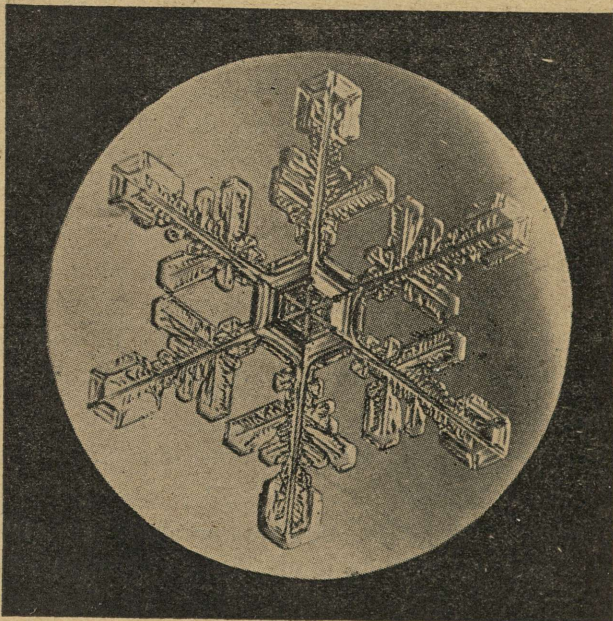
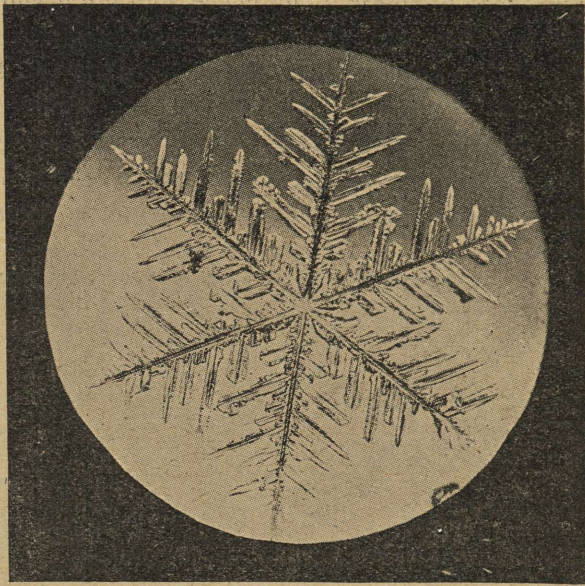
95. joonis. Lõhangrannik Norras (ülalt vaadatud).

loodis seintega sügavad jää tegevusel tekkinud lõhangud — fjordid (95. joonis). Austraalias kohtame atollrannikut, mille moodustamisest võtavad osa korallid; Pürenei poolsaarel riiasrannikut, kus orgude suud on rannal merde vaonud jne.

Vesi kindlas olekus.

Lumi.

Lumepiir. Madaldub õhu temperatuur alla 0°, siis võib õhus olevaist aurudest tekkida lumi. Sademed langevad maa peale mitte enam vihma, vaid lume näol. Lumi on kristalliline moodustis (96. joonis).



96. joonis. Lumehelbed.

Igas laiuses sajab teataval kõrgusel merepinnast, kus õhu t^0 on alla 0^0 , lund. Kui lund sajab enam, kui teda suudab aasta vältusel sulada, siis kattuvad mägede nõlvad ja orgude põhjad püsivalt kestva lumega — igilumega. Selle lume alumine piir on seal, kus sadanud lume hulk vastab täiesti ärasulanule. Me nimetame seda joont lumepiiriks. Lumepiiri kõrgus oleneb geograafilisest laiusest ja sademete hulgast. Ekvaatori lähedal, kus õhu t^0 kõrgem, asub lumepiir kõrgemal. Nabade poole madaldub ta järjekindlat. Alpides asub lumepiir 2800 m ja Kviitos — poolitaja all — 4800 m kõrgusel. Kuskiil maakeral aga ei lasku lumepiir päriselt meretasemeni (välja arvatud Antarktika).

Lumepiiri kõrguse peale avaldab mõju ka mägede harjade siht. Lõunanõlvadel on meie poolkeral lumepiir kõrgemal kui põhjapoolseil, sest viimaseid soendab päike vähem. Ka tuuled ja nende siht võivad kõrgendada lumepiiri, puhudes ära mägede nõlvadelt kerge lume.

Himaalaja mägedes tõuseb lõunanõlvadel lumepiir 4900 m, põhjanõlvadel aga 5300 m. Põhjuseks on, et lõunanõlvadel niiskete meretuulte mõjul tuleb enam sademeid kui põhjapoolseil, kus puhuvad kuivad tuuled. Lõunanõlvadele langenud rohke lume hulk ei suuda ära sulada ja nii laskub lumepiir ka allapoole.

Lume rohkus, mis aasta vältusel ülalpool lumepiiri sajab, on ülinitmekesine. Alpides arvatakse seda kihti 1 m paksuseks. Aastate vältusel korjuksid niiviisi lõpmata paksud lumekihid mägedele, kui loodus mitte ise ei oleks leidnud teid neid vabastada sellest. Mägede vabastamine lumest sünnib kahel viisil: 1) lumeveermete ehk laviinide ja 2) jääliustikkude ehk gletšerite abil.

Lumeveermed. Lumeveermed ehk laviinid on määratu suured lumekogud, mis alla veerevad mägedelt. Meie liigitame neid talvisteks — kübeveermeteks ja kevadisteks — põhiveermeteks.

Kübeveermed tekivad sel põhjusel, et värskel kerge lumi, mis langenud enne maas olevale vanale tihenunud lumepinnale, ei suuda seal kallakuil nõlvadel püsida ja veereb, kui ta paksemaks läheb, alla kõige vähemal põhjusel. Mõnikord võib säärane lumeveere liikvele minna tuule järsust puhangust, püssipaugust või koguni rändaja hõikest. Alguses liigub ta pikkamööda, kuid

kiirus suureneb alatasa. Teel alla veeredes suureneb ta kogus, võttes kaasa uusi lumehulki. Ta murrab puid, kisub kaasa kive, lõhub elamuid ja toob hävitust kõigele, mis ees. Lumeveerme langemist saadab tugev tuul, mis võib kujuneda hiiglamaruks või rajuks. Õhk tungib külgedelt suure hooga lume taga tekkinud madala rõhu alasse, keerutab üles lumekübemeid, murrab puid ja kangutab lahti kaljud. Mägede elanikud loevad kübelaviine väga kardetavaks.

Kevadised põhiveermed pole nii hädatoovad. Nad tekivad lumest, mis talvel juba kokku liitunud. Liikvele lähevad nad järgmisil põhjusil. Sula vesi, imunud lumest läbi kaljuni, laiub selle all. Lumekihid eraldatakse niiviisi aluspinnast ja nad hakkavad pikkamööda alla libisema. Libisemisel võtavad nad samuti kui kübelaviinid kaasa kive, puid jne., kuid siin pole liikumine nii kiire ega teki ka maru. Põhilaviinid liiguvad iga aasta pea mööda sama teed. Nende langemine on saadetud tugeva müraga. Orgudes takistavad nad tihti jõgede veevoolu.

Lumeveermeid leiame kõigis mägedes, ka seal, kus puuduvad jääliustikud. Lumeveermete eest kaitseks on metsad, mis takistavad lund veeremast mäe nõlvu mööda alla. Isegi väikesed põõsastikud võivad olla siin kasuks. Mägede elanikud kutsuvad neid kaitsemetsadeks, mida on keelatud raiuda.

Isesugune veermete nähtus on niinimetatud jääveermed (jäälaviinid), mis tekivad järskudelt mäenõlvadelt alla murduvaist jääliustikkudest.

Jääliustikud.

Liustiku tekkimine. Kõrgmäestikust sadav lumi — kõrglumi — on peenike, kuiv, tuhkjast lumi, mis koguneb mägede nõlvadele, orgudesse ja mitmesugustesse lohkudesse (hälludesse, kaaridesse, sirkustesse, orbadesse jne.) (97. joonis). Siin tekib jääliustiku toiteala. Sellel alal muutub lumi suveaja vahelduva sulamise ja külmumise ning ülemiste kihtide rõhu tagajärjel teraliseks, mida nimetame sõmerlumeks ehk firniks. Allpool jääliustiku põhjas on firniterad suuremad kui ülal pinnal; nende suurus ulatub kuni pähkli suuruseni.

Üksikute terade vahel leiame tumedama õhurikkama siduva aine, mille kulul kasvavad üksikud sõmerad. Aja jooksul kaob

sulamise mõjul siduv aine, ühinedes teradega, ning sõmerlumi muutub firnjääks. See on hallikasvalge, väikeste sinikasroheliste



97. joonis. Jääliustiku-maastik. EB — rändrahn; El — jäälaviin; Gb — liustikuoja; Gs — liustiku-
järv; Gt — liustikulaud; Gth — liustikuvärv; Gbr — liustikujuga; Hg — rippuv liustik; Em — otsa-
Mm — kesk-, Sm — ääremoreen; Lsp — piki-, Asp — põik-, Rsp — äärepraad.

täppidega. Õhumullikesi on siin vähem kui sõmerlumes. Terade jämenemine allapoole annab firnjääle kihilise ehituse. Seda kihilist ehitust joonivad teravalt silma veel tolmukihid, mis satuvad

lumepinnale ja aja jooksul vaovad liustiku sisse. Pikaldaselt mööda mäenõlva alla libisedes muutub firnjää liustikujääks, kus üldse pole siduvat ainet ja terad üksteisega täiesti kokku puutuvad. Õhku on leida terades, mitte aga terade vahelises ruumis. Liustikujää on tihedam kui firnjää. Ta on sinakat värvi, mis iseäranis hästi silma paistab liustikkude koobastes, pragudes jne. Peale selle vahelduvad liustikus kõvemad taevassinised mõne millimeetri paksused lehekesed pehmemate valkjate lehtedega. Seda nähtust kutsume sinilehtsuseks.

Ala, kus asub kõrg- ja sõmerlumi, on toiteala ehk firniala. Mõnikord kutsutakse seda ala ka firninõoks. Sellest alla ulatub aga liustikukeel. Neid eraldab eespool seletatud lumepiir. Tihti kutsutakse lumepiiri jääliustikul ka firnipiiriks. Liustikukeel lõpeb tihti kaugel all orus, kesk lokkavaid viljavälju, rohelisi metsi ja inimeste elamuid. Firniala ja keel kokku moodustavad jääliustiku ehk gletšeri.

Liustiku liikumine. Liustik tuletab oma liikumises palju meelde jõe voolamist. Firninõgu on nagu laialdane veeväli, nagu järvgi, ainult tasasem ja vaiksem on ta pind, sest siin puudub otsene lainetus. Liustikukeel, mis siit alguse saab, on sarnane jõega. Erineb jõest vahest ainult vähema liikumiskiirusega. Samuti nagu jões, on ka liustikus liikumine pidev ning iga liustikuosa libiseb aasta kestusel teatud mõõdetava ulatuse allapoole.

Liikumise kiirus on väga mitmekesine, ta ulatub 0,1 m — 20 m päevas. Suuremate Alpi ja Skandinaavia liustikkude liikumiskiirus ulatub keskmiselt 0,1—0,3 m päevas, Himaalaja hiiglagletšeritel 2—3,7 m ja Grööni sisemaa-jääl on ta erakorraliselt suur, s. o. kuni 20 m päevas. Jõevoolu kiirusega võrreldes on see kiirus muidugi tühine. Jõgi, mille laius ja sügavus sarnastuks Roone liustikuga, voolaks 14 milj. korda kiiremini kui sama jääliustik. Lumeosake, mis Aletši gletšeril (24 km pikk) Jungfrau tipult (4000 m) alla jõuab, tarvitab selleks umbes 450 aastat. Jääliustikkude liikumine paistab silma sel teel, et asetatakse põigi üle liustiku kivid või muud tähised ritta. Mõne aja pärast märkame nende edasinihkumist, võrreldes kaldale asetatud märkidega. Sealjuures ei liigu tähised mitte ühesuguse kiirusega,

vaid voolukiirus suureneb ääre poolt keskele ja alt ülespoole, samuti nagu jõe juures. Voolenõva läheneb sarnaselt jõele siingi õõnsale oru veerule.

Liustiku liikumise põhjuseks on raskustung. Kuid sealjuures ei liigu liustik ometi mitte mööda oru põhja libisedes alla, nagu see sünniks keha, mis asetatud kaldpinnale.

Liustiku liikumises etendavad osa 1) jää sulamine (ablatsioon), 2) plastiline (tainjas) ehitus ja 3) jääsulamise t^o muutumine rõhu mõjul. Ülemiste jääkihtide rõhumise tõttu alumiste peale madaldub seal sulamise t^o ja üksikute liustikuterade ning tervete lehekeste pind muutub nagu libedaks; nad libisevad allapoole niikaugemale, kus pealmiste kihtide rõhk jääsulamise mõjul pinnalt on vähenenud, ja külmuvad seal uuesti ühte. Ja nii nihkub jää jääliustikus järjest aeglaselt allapoole, kus lõpuks sulab.

Voolu tagajärjel tekivad jääliustikus kolme liiki praod.

Põikpraod kujunevad seal, kus liustik üle astmiku libiseb, sest pealmised jääosakesed teevad pikema tee ja liustik kooldub allapoole; liustiku pind käriseb, andes pragusid, mis küünivad risti üle liustiku. Läheb gletšer tasasele pinnale, siis sulguvad need praod.

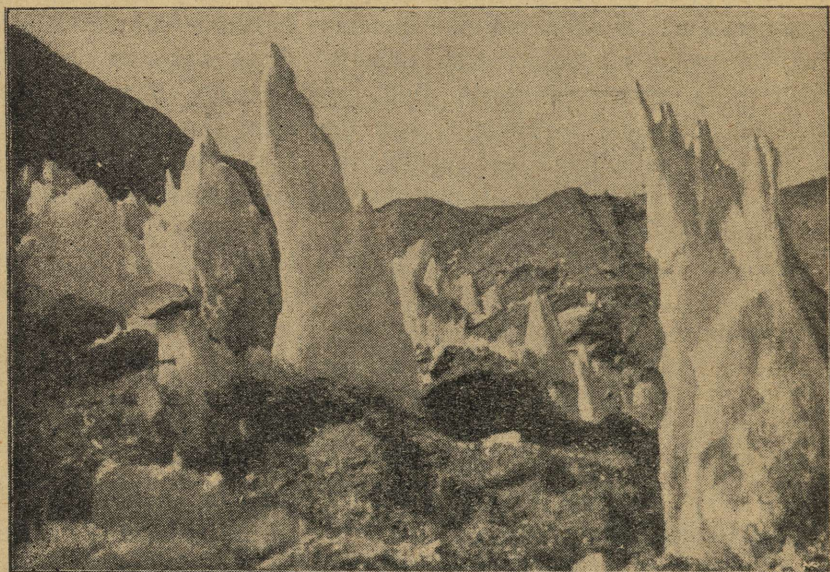
Äärepraod ulatuvad 30^o—45^o all sissepoole ja tekivad sel põhjusel, et keskel voolus nobedam on kui äärte pool.

Pikipraod esinevad harilikult jääliustiku otsas, kui see kitsamast orust valgub laiemasse; nad asetsevad lehvikuna liustiku lõpus. Kõik praod tekivad tavaliselt suure paukumisega järsku. Alguses väike pragu kasvab kiirelt ja tihti küünib nende laius kuni 20 m ja sügavus 100 m, kuid kunagi ei ulatu nad jääliustiku põhjani. Praod võivad saada kardetavaks mäestikurändajale, sest kerge lumi võib neid petlikult selle silmade eest varjata ja peale astudes võib langeda sügavikku.

Iseloomuline moodustis esineb troopika lumeväljadel ja jääliustikkudel niinim. tagilumena (98. joonis). Laialdased lumeväljad on siin kaetud 1,5—2,5 m kõrguste hambuliste ja teravtipuliste kujudega, mis eemale paistavad kui põlvitunud palvetajate hulk, valges rüüs. Sellepärast on teda kahjatsejalumeks kutsutud. Tagilund leiame Andides, Kilimandžaarol, Karakorumil jm.

Jääliustikkude liigitus. Jääliustikke liigitame nende kuju järgi järgmiselt:

1. Orgliustikud ehk alpliustikud tekivad kõrgmäestikus. Neil on firninõgu ja väljaarenenud liustikukeel, mis vooljalt mööda orgu alla liigub, tihti kuni kultuurmaistuteni. Firni ja keeleala vahekorid on nendel nagu 3:1. Tihti ühinevad ja hargnevad nad, nagu jõed. Seesugusena olgu näiteks toodud Aletši liustik Berni Alpides, mis firnialal umbes 100 km² ja keelealal 30 km² oma alla võtab.



98. joonis. Tagilumi Andides.

2. Sisemaa- ehk Grööni liustikud on kujunenud laiadel tasandikkudel, mis kaetud igilumega. Sisemaa jää katab kõik pinna ebatasasused ega olene maapinna reljeefist. Ta annab lühikesi keeli igasse külge või katkeb otseseinana alla.

3. Vahelüli nende kahe tüübi vahel moodustavad Skandiinaavia liustikud. Neil on samuti laialdane tasane firniala, nagu sisemaa liustikel, kuid see annab mitmesse külge keeled, mis orgliustikkude sarnased. Näitena olgu nimetatud Jostedalsbrä, mis umbes 900 km² ala oma alla võtab ja ligi 20 keelt alla saadab.

Peale nende jääliustikkude peatüüpide leiame veel mitmeid teisekujulisi liustikke, nagu rippuvaid liustikke, millel keel

kas vähe arenenud või hoopis puudub; firniala ja keele vahekord on siin nagu 8:1; siis Alaskas eesmaa-liustikud, mille firniala on orgliustikkude sarnane, keelteala aga vastab sisemaa liustikkudele (Malaspiina liustik).

Jääliustikkude tegevus. Võrdlemisi teiste välisjõududega on jääliustikkudel nüüdsel ajal pisuke mõju pinnavormide teisendamiseks. Ja see on kõige pealt seliepärast, et jääga kaetud ala on liiga piiratud.

Liikudes alla mäestikust võtab jääliustik enesega kaasa ka kõik rusu, mis varisenud mägede nõlvadelt ja pinnale, või mida jää ise liikudes lahti kangutab oruveerudelt või põhjast. See rusu moodustab niinim. moreenid.

Mägede nõlvadelt alla varisenud rusu moodustab küljemooreenid. Liitub kaks või enam jääliustikke, siis ühinevad vastavil äärtel asuvad küljemooreenid jääliustiku keskele keskmoreenidena. Nende arv võib olla abiks otsustamisel, kui palju jääliustikke kokku on liitunud.

Osa jääliustiku pinnale korjunud ainst sulab pikkamööda jäässe, andes seal sisemoreeni. Osalt võib see aines vajuda kuni jääliustiku alusele ja seal põhimoreeniks kuhjuda. Põhimoreeni aines koguneb osalt aga ka aluspinna kihtidest, kust jää lahti murrab kivirusu ja seda peeneks hõõrub; sellepärast leiame põhimoreenides ka lihvitud kivikilde. Põhimoreenide abil kraabib ja nühib jääliustik oma alust, kus kujunevad kitsamad lihvitud ja kriimustatud väljad. Säärastena esinevad jääajast meile silekaljud ja jääkriimud kodumaal (ilusad jääkriimud on Kamara mõisa juures Põltsamaa lähedal) ja mujal. Eriti palju silekaljusid leiame Soomes. Moreenimaterjal rändab ühes jääga alla ning seal, kus lõpeb sulades jääliustik, moodustub kaasatoodud ainesest otsmoreen ehk servmoreen.

Moreenide moodustamises etendab tähtsat osa ka voolav vesi. Jääliustikkude pinnal tekivad sulamise tõttu veenirekesed, mis ühinedes annavad ojakesed. Need sordivad ainst, viies kaasa kergemat ja jättes maha raskemat. Liustikujõed langevad jugadena tihti alla pragudest ja voolavad edasi liustiku põhjas, kuni ilmuvad päevavalgele liustiku lõpus olevas võlvialuses — liustiku värvas — ja harilikkude jõgedena edasi voolavad.

Pragudesse alla kukkuv vesi võib keerlema panna sinna alla langenud kivid, mis aluspinnasse hõõruvad ümmarguse kirnja augu — hiiukirnu (99. joonis). Sääraseid veerlevaid kive kutsutakse liustikuveskiks.

Jääliustiku jõgede vee rohkus ja voolu tugevus oleneb aasta-egadest, järjekult ka kaasavõetava ainese jämedus. See



99. joonis. Hiiukirnu aluspinnas, kuhu ta on oherdanud veerleva kivi abil liustikult alla kukkuv vesi.

aines settib jää all jõgede põhja kihtidena, moodustades jää taganemisel vallseljad ja kivid. Eriti palju on neid kujunenud jääajal, nagu neid leiame Virumaal ja ka mujal (Kalevipoja künnivaod). Need on pikad kitsad orgudega vahelduvad seljakud, mis ulatuvad Tamsalu jaamast Kadrinasse ja sealt mere poole. Voolava vee abil on tekkinud ka piklik-ümmargused kõrgendikud—voored, mis meil väga iseloomulistena esinevad Tartumaal, põhjas S. Emajõest.

Üldse on jääaja pinnavormide tekkimisel ja moodustamisel voolav vesi väga suurt osa etendanud, olgu peenema ainese väljauhtmisel ja erodeerimisel või selle teisalekuhjamisel. Sellepärast nimetame neid pinnavorme, mille moodustamisel on jää ja vesi ühtlaselt töötanud, glatsifluviaalseiks pinnavormideks (voored, vallseljakud).

Jää pinnale tekivad sulamise mõjul jääliustiku laudad. Need on peened jääsambad, millel kübarana otsas kivi, mis oma all varjab päikese kiirte eest jääd, kuna ümberringi see ühtelugu sulab.

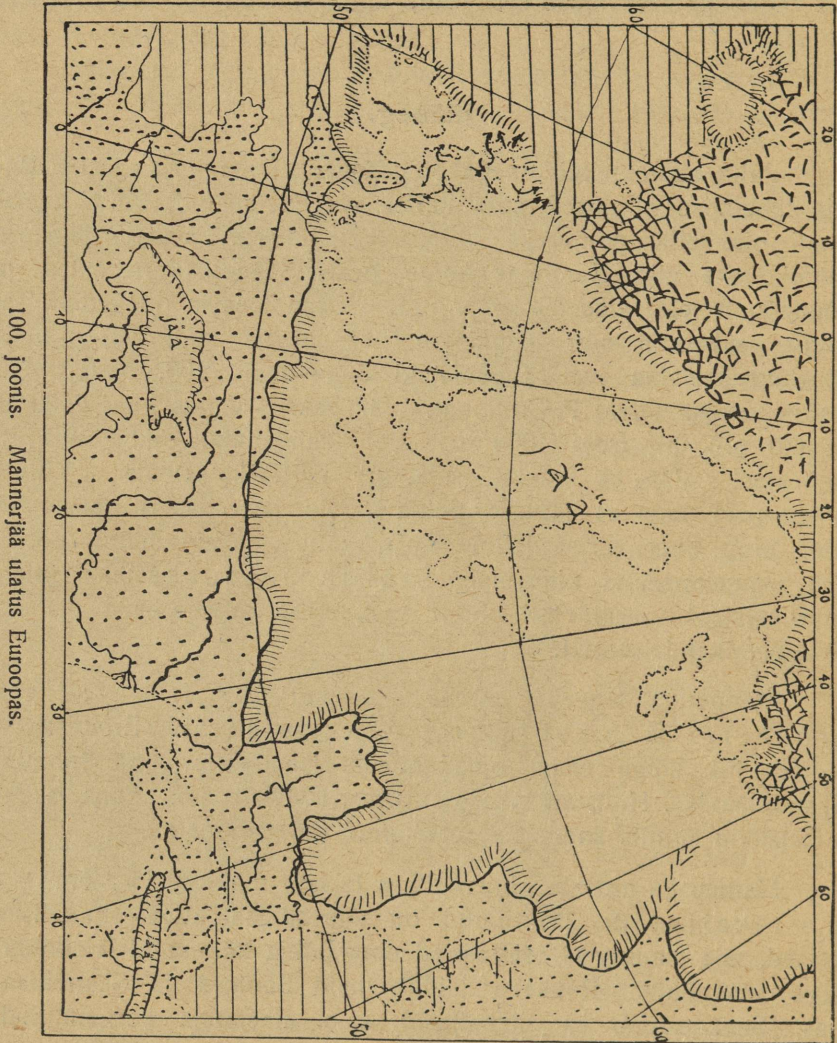
Jääaeg.

Palju suurem kui praegu oli jäästus niinim. jää ajal. Jääaja tekkimise põhjused pole küllalt veel selgitatud, kuid nähtavasti olid siin põhjuseks kliima kõikumised. Jääaja jäästuse lähtekohaks olid Euroopas kõige pealt Skandinaavia mäed ja lõunapoolsetele aladele ka Alpid. Skandinaavia mägedelt sai alguse määratu suur mannerjää, mis ulatus kuni 50° p.-l. ja üksikute keeltena veel kaugemalegi lõuna poole (100. joonis). Nii kattis see jää tervet P.-Euroopat. Jää paksus ulatus kuni 2000 m ja 60° p.-l. all isegi 4000 m. Alpi jääliustikud olid tunduvalt vähemad. Jää ei katnud seda ala mitte katkemata. Kliima soenemisel taganes jääserv põhja poole ja vabastas jäästunud alad ning uuel kliima külmenemisel tungis jällegi lõuna poole. Jää taganemisaegu nimetame jäävaheaegadeks ehk interglatsiaalseteks aegadeks. Suur mannerjää kattis samal aja ka P.-Ameerikat ja Aasiat.

Mannerjää tegevus osutus kahesugusena: 1) uhtev ehk erodeeriv ja 2) kuhjav ehk akkumuleeriv. Erodeerivalt teotses jää kõige enam oma toiteala läheduses, nagu Soomes, Skandinaavias, Hudsoni lahe ümbruses, P.-Eestis jm., kuna akkumulatsioon sündis kaugemal serva pool intensiivsemalt.

Mannerjää uhteala pinnavormes leiame rohkesti jääkriime ja silekaljusid. Jääkriimud on teravad jääliikumise-suunalised jooned, mis mannerjää tõmmanud oma põhja külmunud kivikildudega aluspõhja. Rohkesti leidub neid Soomes ja Skandinaavias. Seal esineb ka silekaljusid, s. o. aluspõhja kõrgendikud, mis mannerjää lihvinud siledaks pealt, külgedelt ja jääliikumise vastu olevast otsast. Silekaljude vahel on sageli sileda kalju põhjaga molde, milles kujunevad järved. Viimaseid ühendavad kosksed ja joalised jõed. Mägedes on mannerjää loodud vormest tähelepanevad veel ruhiord, see on U-taolised orud,

mida jää uuristanud aluspõhja. Lisaorud suubuvad neisse tavaliselt astmeliselt või on rippuvad, see on, nende suu



asub kõrgemal kui peauru põhi, mis ülisüvendatud. Jõed moodustavad seetõttu suubumisel joad.

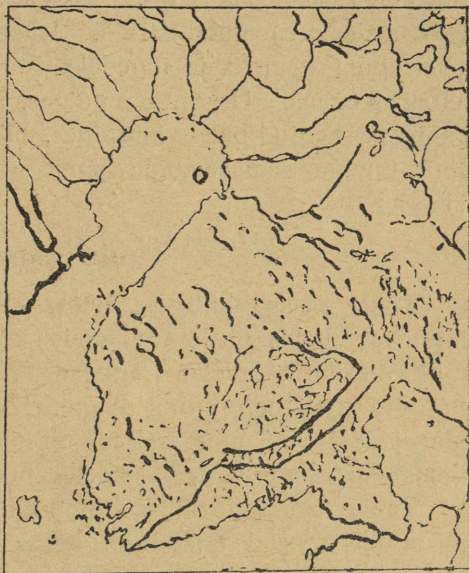
Mannerjää kuhjav tegevus sündis kõige pealt seal, kus jää sulas. Pinnavormid, mis siin tekkisid, on moodustatud kolmel

viisil: 1) mannerjää poolt üksi, 2) mannerjää ja selle sulavete koostöötamisel ja 3) ainult sulavete tegevusel. Mannerjää tegevusel on kujunenud põhimoreen, mis koosneb jää põhjas kantud savist ja sellesse sängitatud nurklistest kividest. Seepärast kutsume seda savi ka rühksaviks. Põhimoreen annab meile korrapäratult kühmlise ala, kus suhtelised kõrgused võrdlemisi väikesed, nagu seda näeme Kesk-Viljandi- ja Tartumaal. Põhimoreeni sügavamaisse lohkudesse võivad tekkida ka sopilise äärjoonega järved.

Põhimoreen-ala ees kujuneb mannerjää tegevusel servmoreene, mis sageli kaarjate seljakutena palistavad põhimoreeniala ja paisutavad oma taga järvi. Kaarjaid servmoreene leiame Virumaal lisaku juures ja Läänemaal Valgeristi ja Ellamaa vahel. Kaarjad servmoreenid ehk marginaalsed vallseljakud märgivad mannerjää enam-vähem liikumata seisangu teatud kohal.

Enamasti ei peatunud jääserv liikumata paigal, vaid õõtsus (ostsil-leerus) edasi-tagasi. Selle järeltulusel kuhjus servmoreen tihti ka kinkliselt, nagu seda näeme Otepää ja Haanja ümbruses. Servkuhjatiste-ala iseloomustub väga vahelduva pinnareljeefiga ja äärmise korrapäratusega kuhjatiste asetises. Siin leidub ka väga laherikkaid ja sopilise randjoonega järvi.

Mannerjää ja sulavee koostöötusel on kujunenud voored, vallseljakud ja möhnad. Voorte ja vallseljakute kujunemine sündis mannerjää nobeda taganemise ajal, kus rohkesti sulavett ja setteid vabaks sai.



101. joonis. Jääaja jäljed Soomes. Kaks musta joont kaguosas kujutavad kaht kõrvuminevat mannerjää serva eelset vallseljakut (oosi) ja neile ristiminevad mustad jooned on radiaalsed vallseljakud.

Samal ajal loputasid rohked sulaveed servmoreenest peent ainet välja. Küllastatud setteainest ei süvendanud need veed omale jääserva ette vooluks sāngi, vaid valgusid laiade harudena väljapoole. Vee vähenemisel settis osa ainet neile laiadele madalatele voolustele põhja ja moodustas vähe lainjad liiva-alad, mida nimetame sanduriteks. Sandurid on ainult jäävee (ehk hviitoglotsiaalsed) moodustised. Jääservast kaugemal koondus see jäävesi juba ojadeks ja jõgedeks, mille uhte järelalusena esinevad meil ürgorud. Ürgorgude põhjas, järvedes ja merelahtedes settis põhjaveest kantud peen vajasaines, mis moodustas seetõttu, et veevoolu tugevus aastaegade järele vaheldus, peenkihilise savi — viirsavi.

Tuule tegevus.

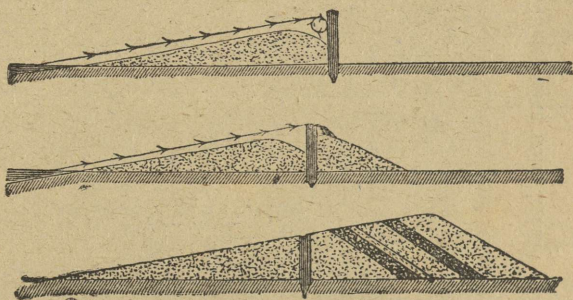
Tuule mõju ümbruse peale avaldub igapäev vähemas või suuremas ulatuses meie silmadele. Olgu see puude murdmine ja ülesjuurimine metsas, majade katuste lõhkumine ja koguni pealt ära kiskumine ning elamute hävitamine või merede ja järvede lainetamine ning tolmu üleskeerutamine ja edasikandmine. Viimaste juhtumuste vaatlemisele anname siin aset.

Tuule tegevus avaldub täies ulatuses ikka seal, kus puuduvad mitmesugused takistused kõrgendikkude või taimkatte näol. Peale selle, et taimkate vähendab tuule jõudu, kaitseb ta murenemisaineseid ka ärapuhumise eest. Tuule tegevusaladeks on kõige pealt kõrved, kuivad rohtlaaned, kõrgmäed ja mere lausrannik, mida kergesti uhavad lained. Neil aladel on ka murenemine ülierk ja pakub ikka ja ikka uut ainet ärakantu asemele. Tuule järjeline paljastus (deflatsioon) soodustab seda veel enam.

Suurte õhu ¹⁰ kõikumiste mõjul laguneb kõrvepind ning kattub väikeste kivikildudega ja liivaga. Saharas on laialdased alad nende kivikildudega kaetud. Tuul veeretab neid kildusid mööda maapinda ja hõõrub liivaks ning tolmuks. Samuti keerutab tuul üles tolmu ja liiva, mille pilved mõnikord oma paksusega päikest varjavad (samum Araabia kõrves, khamsin Egiptuses, harmattan Ülem-Guineas).

Tuule tegevuse tagajärjel tekivad kõrbedes kõrve- ehk m a n n e r l u i t e d. Luidete ehitusmaterjaliks on jämedam liiv, mida tuul mööda maapinda veeretades kuhjab, ja peenem aines —

tolm, mis hõljuvas olekus edasi kantakse. Tasasele maapinnale asetub aines kõik ühetasaselt, kuid niipea kui esineb tuule ees mingi takistus, olgu pöösas, kivi või maapinna ebatasasus jne., väheneb tuule jõud ja osa ainesest kuhjub takistuse ette luitena, mille launõlv pööratud tuule vastu ja järsk taganõlv alla tuult. Kasvab luide takistusest kõrgemale, siis liigub ta tuule tõukel edasi, sest launõlvalt veeretab tuul liivateri ikka kõrgemale, kuni nad langevad järsu taganõlva varju (102. joonis). Nii tekivad kõrbedes luited, mis vormiliselt s i r p l u i t e d (103. joon.), nagu näiteks barhaanid Kaspia alamikus. Tihti lülituvad nad üksteise peale ja moodustavad piki- viirluited, mille pikkus (Sahas) ulatub 70—80 km ja kõrgus 200 m. Tuule mõjul tekivad ka seenkaljud ja kalju seinad muutuvad pealt kärjeliseks ning kalju-rahnuh lihvitakse kolmekandiliseks (tuulekandikud) jne.

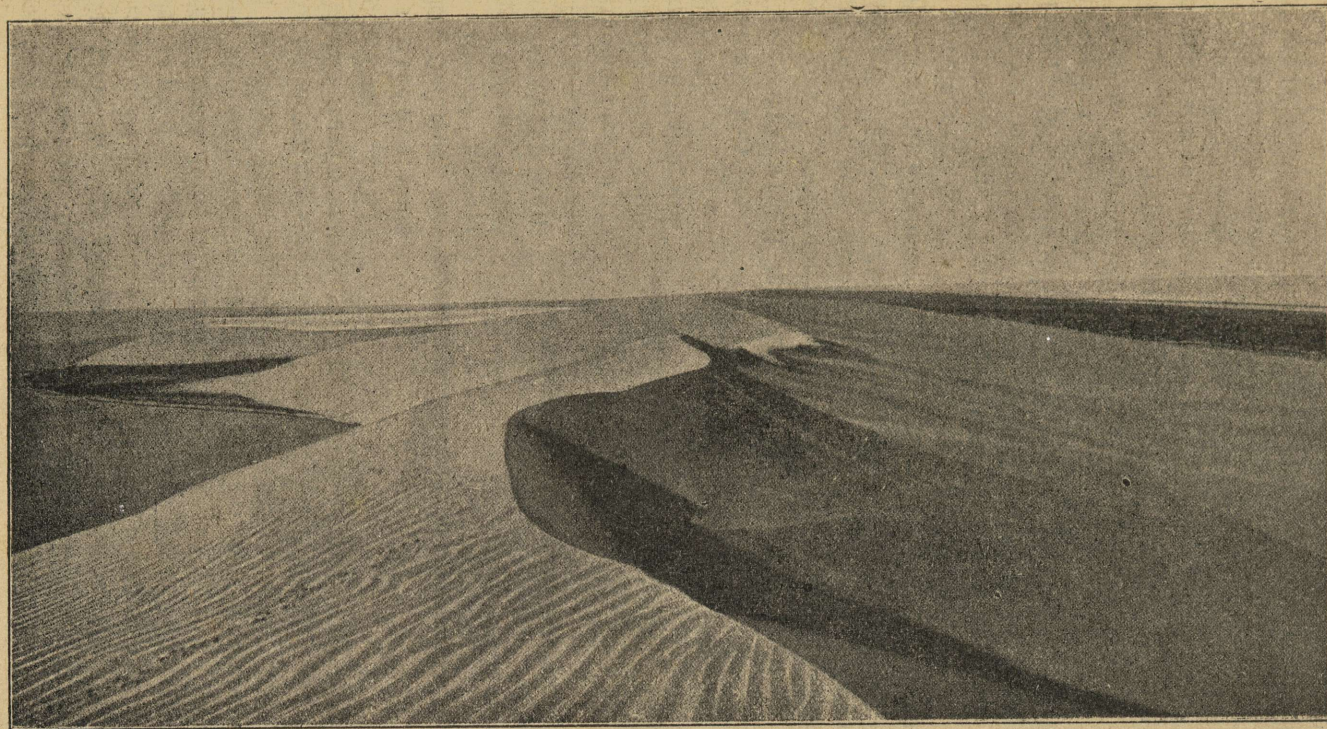


102. joonis Luidete edasiliikumine.

Rannikluited tekivad sest liivast, mida veer- ja murdained, tõus ja mõõn rannale heidavad. Vee taganemisel jääb liiv vabalt rannale, kust meretuuled teda kinni haaravad ja maa poole tuiskavad. Mõnest vähemast takistusest on küllalt selleks, et põhjustada luide tekkimise algust. Luited kujunevad harilikult rööbiti rannale, need on risti-viirluited nagu Tahkurannas, Keilas, Narva-Jõesuus jne. Tahkuranna luide kõrgus ulatub kuni 35 m, „Kaunispea mäed“ Sõrves kuni 30 m. Sageli tekivad rannal ka sirpluited. Suuremaid rannikluiteid leiame Pommeris ja Vizcaya lahe rannikul (landid).

Luidete ehitusest võib tähele panna niinim. põimjat kihitust, mis on tingitud tuule vahelduvast suunast ja tugevusest. Kuid peab silmas pidama, et säärane põimjas kihitus ka voolava vee mõjul võib tekkida ja sellega omane pole mitte ainult luideile.

Üldiselt on tuntud luidete rändamine. Tuule tegevusel liigub luide edasi, mattes oma alla metsad, viljaväljad kui



103. joonis. Luide. Näha laug tuulepoolne nõlv, kaetud piki-viirgudega, ja järsk tuulealune nõlv. Luited sirbikujulised.

ka ehitused, ja ükski takistus pole küllalt mõjuv, et seda liikumist võiks seisma panna. Nende liikumise ja hävituse vastu pakub kaitset ainult luidete pinna metsastamine, nagu seda näeme Tallinna ümbruses, Nõmmel, Pääskülas, Pirital jm.

Tuule mõjul on tekkinud ka laialdased lössi-alad Hiinamaal, Lõuna-Venemaal ja mujal. Lössid moodustamiseks on Euroopas ainet pakkunud jääajal mahajäänud peen tolm, mida tuul kuhjas. Kodumaal näeme tuule tegevuse tagajärgi laial alal eriti talvel, mil maapind kattunud kerge lumivaibaga. Takistuste ees kuhjab tuul lume kõrgeiks hangedeks, sarnaselt luiteile. Suurtel lagedatel aladel, kus puuduvad takistused tuule ees, tekivad väikesed madalad, risti tuule sihile minevad viirghanged, mis kui virvenduslained veepinda katavad. Tuule mõjul muutub maastik talvel sageli hoopis: kõrgendikkude vahelised lohud tasanduvad ja tekivad uued kõrgendikud, sinna, kus neid varem ni ei olnud.

Õhkkond.

Õhkkonna kuju ja piirid. Õhkkond ümbritseb maakeratäiesti, omandades sama pöördsferoidi kuju kui maakeragi ning võttes ka selle pöörlemisest osa ühtlaselt kindla koorega.

Üldiselt on õhkkonna alumiseks piiriks loetud maismaa ja veekogude pind, olgugi et õhku leidub ka vees ja muldkonnas. Õhkkonna ülemine piir pole kindlaks määratud. Arvatavasti puudub üldse terav raja õhkkonna ja ilmaruumi vahel, ning üksikud õhkkonna osad, vabanedes maakera külgetõmbest, kaovad ilmaruumi. Inimese vahetud õhkkonna kõrguse mõõtmised küünivad umbes 10 000 m : ni ¹⁾ ja vesinikuga täidetud väikeste pallide abil, kus sees mõned mõõduriistad, on suudetud uurida õhku kuni 30 000 m : ni ²⁾. Veel kõrgemaist õhukihtidest saavutame teateid ainult valguse kaudu. Ehavalgus tõuseb 70—80 km, langevad tähed süttivad umbes 200 km kõrgusel ning virmaliste vehklemine küünib 500 km,

1) Kõrgem inimeste elamu on Tiibetis 4980 m kõrgusel. Õhulaeval tõusid 5. IX 1862 inglased James Glaisher (l. gleeshr) ja Henry Coxwell (l. koksuell) 10 900 meetrini, kus baromeeter veel 24,4 mm näitas. 1901. a. saavutasid sama kõrguse ka Berson ja Süring Berliinist üles tõustes.

2) Kõrgem piir, milleni on tõusnud säärased õhupallid, on 37 700 m. Selle saavutas 17. XII 1912 Paviiast, Itaalias, üleslastud õhupall. Õhurõhk oli selles kõrguses veel ainult 3 mm.

millist arvu loetakse ka õhkkonna tegelikuks piiriks. Ilmastiku ehk meteoroloogilised nähtused toimuvad peaaegselt õhkkonna alumises osas (troposfääris), mis ulatub 10 000 m, ning ainult väga harvad ja erilised nähtused, nagu helkivad pilved, tõusevad üle selle piiri (stratosfäärisse).

Õhu koosseis. Õhk on suure hulga gaaside mehaaniline segu. Maakera läheduses on selle segu koosseis üldiselt püsiv. Kuiv õhk sisaldab eneses ruumalaliselt 78% lämmastikku, 21% hapnikku, 0,03% süsihaput gaasi ja peale selle vesinikku, osooni, argooni (0,9%) jt. gaase. Veeaurude hulk õhus on muutuv, olenedes mitmesugustest kohalikkudest oludest. Troopika all tõuseb ta hulk harilikult 3%, kuna ta keskmistes laiustes vahest ainult kuni 1% jõuab. Samuti kõikuv kitsastes piirides on ka süsihapu gaasi hulk õhus. Öösiti on seda õhus enam kui päeval, linnades rohkem kui maal ning mägedel ja merede kohal vähem kui orgudes ja maismaal.

Ülalpool läheb õhk hõredamaks ja umbes 13 000 m kõrgusel oleks hapniku vähesuse tõttu elu võimatu. Ülemised õhkkonna kihid seisavad koos kergeist gaasidest — vesinikust ja heeliumist.

Peale gaaside leiame õhus veel kindlakehalisi osakesi olgu tolmu, nõe, mikroskoobiliste organismide või muul näol. Mägede, metsade ja merede kohal on õhk puhtam, linnade ja teiste asulate ning kõrbede kohal rikutum. Allasadavad vihmatibad toovad kindlakehalised osakesed kaasa, puhastades niiviisi õhku.

Kuumadel põuastel suvedel kerkib õhku eriti palju tolmu, mis tumestab isegi päikese valguse. Eriti on see suureviisiline kõrbedes ja kuivadel kiltmail (Sahas, Hispaanias, Iraanis jm.). Koondudes moodustab tolm niinim. p õ u a - u d u d ehk s o n n u d.

Õhu värv. Õhukestes kihtides on õhk valguse kiirtele täiesti läbitungitav ja sellepärast ka värvita. Paksemad kihid pole seda enam mitte, vaid on sinakad. On õhus palju veeauru, siis muutub taevaskäsi hallikamaks (meie taevaskäsi); tolm annab päeval taevale kollakama värvivarjundi, õhtul ja hommikul aga roosaka.

Õhusoojus. Õhusoojuse allikana esineb eeskätt päike. Tähtedelt ja planeetidelt saadav soojuse hulk on liiga pisuke, et seda arvesse võtta. Ka maakera sisesoojuselt otsekohe saadav soojuse hulk pole maakoore halva soojusejuhtivuse tõttu tähele pandav võrreldes päikese soojusega.

Päikeselt saab õhk soojust kiirgamise (insolatsiooni) teel ja seda soojuse hulka jätkuks selleks, et sulatada maakera pinnal kuni 50 m paksuse jääkooriku.

Kõik päikeselt maakerale tulev soojus ei jõua otse maakera pinnani, vaid neeldub osalt õhus. Selle tagajärjena säilib õhus meie laiuses umbes pool päikeselt maakerale kiirguvast soojusest ning ainult ülejäänud jõuab maapinnani (v. allolev tab.).

Soojuse hulk rõhtpinnale

on, kui päike 90° 80° 70° 60° 50° 40° 30° 20° 10° 5° 0° horisondist kõrgemal 78% 76% 72% 65% 55% 44% 31% 17% 5% 1% 0%

Sealjuures neelab kuiv õhk vähem soojuskiiri kui niiske, mistõttu õhusoojuse peale suur mõju on just pilvitusel.

Sama tähtis on soojuse hulga ka valgustusaja vältus ja nurk, mille all päikese kiired maapinnale langevad. Poolitaja lähised maa-alad saavad sel põhjusel palju enam soojust kui nabamaad, kus pea pool aastat kestab öö ja valgustusajalgi päikese kiired õige langes maapinnale tulevad. Meie laiuses jõuab soojuse hulk maksimani juulis ning miinimani detsembris (v. järgnev tabel). Siin parasvöös ei tõuse päike kunagi seeniti, välja arvatud pöörjooned, mis piiriks. Mida enam me läheneme nabajoontele, seda suuremaks kasvab päikese kiirte laugemise nurk ja väheneb valgustusaeg. Seepärast tekivad seal aasta-ajad ka teravamate vahedega. N a b a v ö ö s vältab pikem päev ja öö vähemalt 24 tundi ja kõige enam pool aastat (kus?).

Suurt mõju õhu soenemise peale avaldab ka meri. Veel

Soojuse hulk mitmesuguste laiuste all.

Soojuse hulk ekvaatoril 20. III on võetud ühikuks.

Geograafiline laius	0°	20° p.-l.	40° p.-l.	60° p.-l.	90° p.-l.
20. märtsil	1,00	0,93	0,76	0,50	0,00
21. juunil	0,88	1,04	1,10	1,09	1,20
22. septembril	0,98	0,94	0,76	0,50	0,00
21. detsembril	0,94	0,68	0,35	0,00	0,00
Aastas	343	329	274	197	143

on palju suurem sooja maht kui maismaal. Ta soeneb aeglasemalt, andes saadud soojust loodis hoovuste abil veel sügavamale, ning jahtub ka pikaldasemalt, vabastades peidetud soojust. Selles peitubki see suur mõju, mida mered avaldavad kohaliku kliima peale. Suvel tarvitab veekogu auru tekkimisel hulga soojust, jahendades sellega ka läheda mandri t^o, talvel vastupidi — vabastab peidetud soojuse, kõrgendades maismaa t^o. Mõnede arvamiste järgi annab, näiteks, Läänemeri 20—30 korda enam soojust sügisel ja talvel õhku kui maismaa.

Kõrgemale tõustes merepinnast madaldub õhu t^o. Selle põhjuseks on kahesugused asjaolud. Esiteks muutub õhk kõrgemal hõredamaks, mille tagajärjel väheneb soojuse neeldumine ja suureneb soojuse tagasikiirgumine, teiseks väheneb seal maakeralt, sellelt kaudselt soojuse allikalt, saadav soojuse hulk. Vaatlused näitavad, et mägedes õhu t^o alaneb iga 170 m kõrgenemisega umbes 1^o C. See t^o alanemine on ühesugune kõigis laiustes, erineb pisut ainult aastaegade järgi.

Seepärast valitseb kõrgeil mägedel palju karedam kliima kui orgudes ja lausmaal. Mäed lähenevad oma kliima karedusega naba-maadele, erinedes viimastest ainult jahedamate suvede ja pehmemate talvedega. Peale selle võime mägedel märgata suurt lahkuminekut päikesepaistete ja varjuliste kohtade temperatuuris, mis tihti ulatub kümnete kraadideni, suurenedes veel kõrgusega. Orgudes, kus õhus enam veeaurusid, meie seda ei märka (vt. allolev tab.).

Talviti võib tuule eest varjatud mägede orgude põhjas märkida madalamat t^o kui kõrgemal veerudel. Seda nähtust nime-tatakse temperatuuri ümberpööruks, mis sel teel tekib, et ülalt külm tihedam õhk oru põhja koguneb, kuna kõrgemale valgub liikuvam ja hõredam õhk.

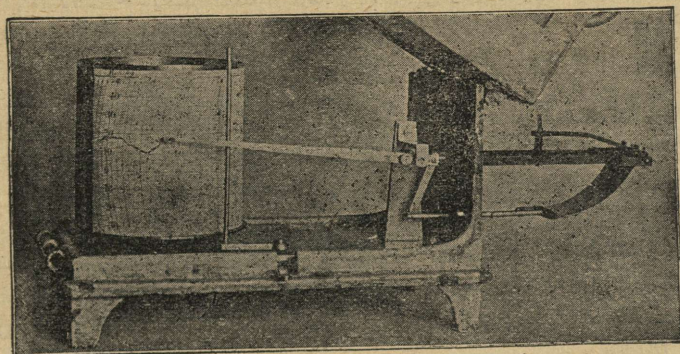
K o h t	Kõrgus üle mere-pinna	Temperatuur :		Vahe
		Varjus	Päikese käes	
Whitby (l. uitbi) (linn Põhja-Inglismaal).	20 m	32,2	37,8	5,6
Pontresina (Alpides)	1800 „	26,5	44,0	17,5
Berniina	2330 „	19,1	46,4	27,3
Hörnli (Alpides)	2890 „	20,1	46,4	28,0
Diavolezza (Peloponnesis)	2980 „	6	59,5	53,5

Õhu t° mõõtmiseks kasutatakse 100° Celsiuse termomeetrit ja maksimaal- ning minimaaltermomeetreid (104. joonis). Viimased märgivad ööpäevase kõrgema ja madalama t° . Termomeetrite kõrval tarvitatakse suuremais ilmajaamus



104. joonis. Minimaaltermomeetri osa. Piiritusega täidetud torusse on mahutatud osuti ab. Temperatuuri madaldumisel tõmbab piiritus osuti p poole. Soenemisel voolab aga piiritus osutist mööda, ilma teda liigutamata.

ka isemärkivaid termomeetreid — termograafe (105. joonis). Termograafi tähtsamaks osaks on õhukesest valgevase-plekist valmistatud kõver toruke, mis täidetud värvitud piiritusega. Soenemisel paisub piiritus tugevamini kui plekk ja sunnib toru sirge-

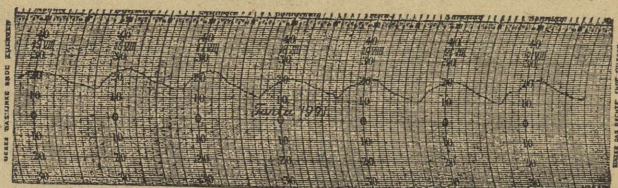


105. joonis. Tartu meteoroloogiajaama termograaf. Parem pool on näha kõver toruke, mis ühenduses alt otsaga kangikeste abil sulega.

nema; õhu jahenemisel märkame vastupidist nähtust: piiritus ka haneb kiiremini ja toruke paindub kõveramaks. See torukese sirgenemine ja paindumine andub isesuguste kangide abil edasi tindiga täidetud sulele, mis puutub liikuvale trummile asetatud millimeetrilist paberit vastu. Õhu t° kõikumisel liigub sulg üles-

alla ja jätab paberile kõvera — termogrammi (106. joonis). Paberile on märgitud nädala päevad ja tunnid rõhtjoont ja kraadid loodisjoont mööda; nii võime kõvera abil näha, kuidas muutub vahet pidamata õhu t° nädala jooksul päevast päeva ja tunnistundi.

Õhu t° vaatlusi tehakse ühtluse otstarbel iga päev teataval kindlal ajal. Tartu meteoroloogiajaam teeb vaatlusi kolm korda öö-päevas, nimelt kell 7 (kell 7 homm.), kell 13 (kell 1 p. lõun.) ja kell 21 (kell 9 õht.). Vähemad jaamad võivad leppida ka kahe vaatlusega — enne ja peale lõunat. Vaatlustel saadud t° arvatakse välja öö-päeva kesktemperatuur.



106. joonis. Tartu meteoroloogiajaama termogramin 15.VII — 22.VII 1921. a. Olgu, näiteks, Tallinnas 29. I 1920 hommikul — $17,8^{\circ}$, lõunal — $18,3^{\circ}$ ja õhtul — $22,0^{\circ}$, siis on öö-päeva kesktemperatuur

$$\left(\frac{-17,8^{\circ} + -18,3^{\circ} + -22,0^{\circ}}{3} \right) = -19,4^{\circ}.$$

Öö-päeva vältusel vaheldub t° vahet pidamata. Igatunnilised t° mõõtmised näitavad, et temperatuuri miinima saabub vähe enne päikese tõusu, mil maapind on jõudnud täiesti ära anda saadud soojuse. Päikese tõusuga algab soojuse juurdevool ning õhu t° jõuab maksimumi umbes kella 1—2-e ajal peale lõunat, mil maapind soojust kõige intensiivsemalt tagasi heidab. Peale seda algab uuesti t° madaldumine, mis kestab kuni miinimani enne päikese tõusu.

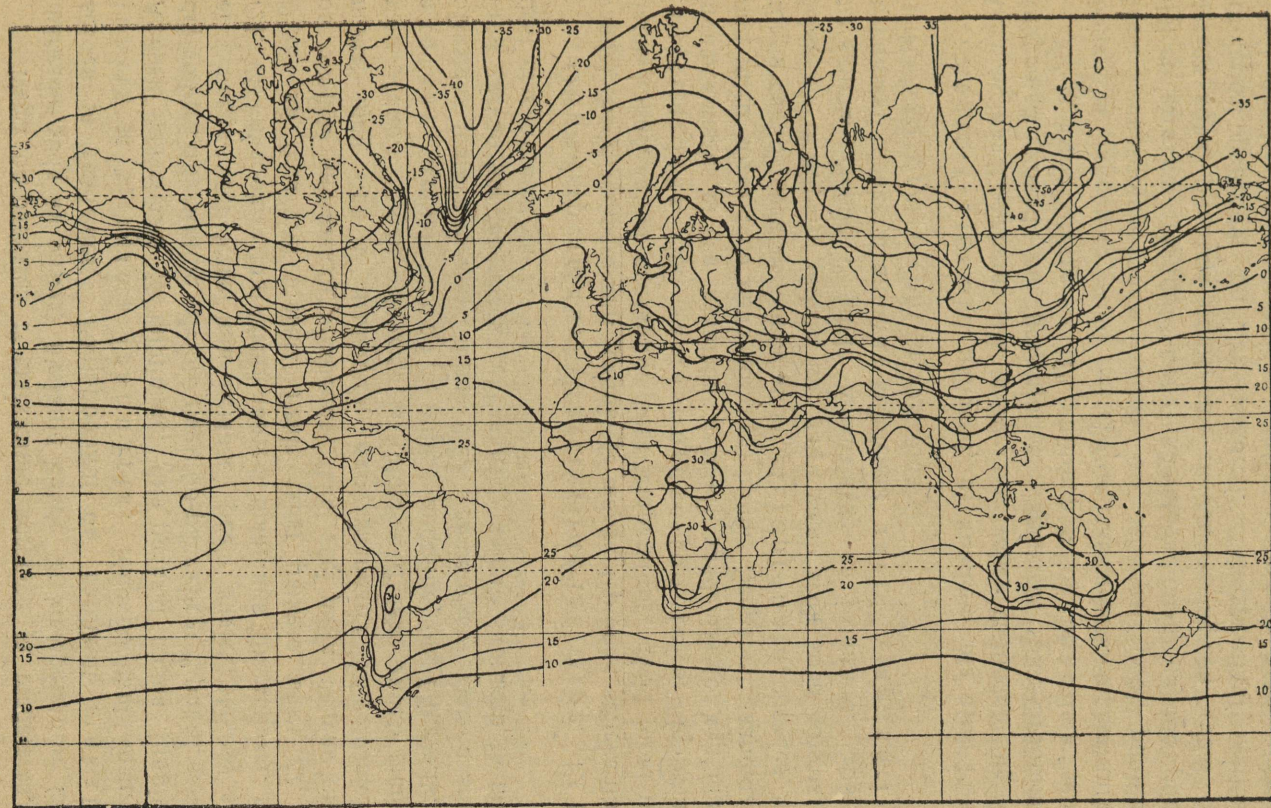
Kõrgema ja madalama t° märgivad üles maksimaal- ja miinimaaltermomeetrid. Vahe kõrgema ja madalama t° vahel on temperatuuri öö-päevane amplituud, mille suurus on vahelduv, olenedes aasta-aegadest (talvel vähem kui suvel), kaugusest merest (kõrbedes — Saharas — tõuseb see kuni 20° ja 25°) jne.

Öö-päevaste kesktemperatuuride põhjal saadakse kuu kesktemperatuur ja viimaste najal aasta kesktemperatuur. Mitmeaastased t° vaatlused annavad meile teatava maa-ala kesktemperatuuri, mida nimetame normaalseks temperatuuriks.

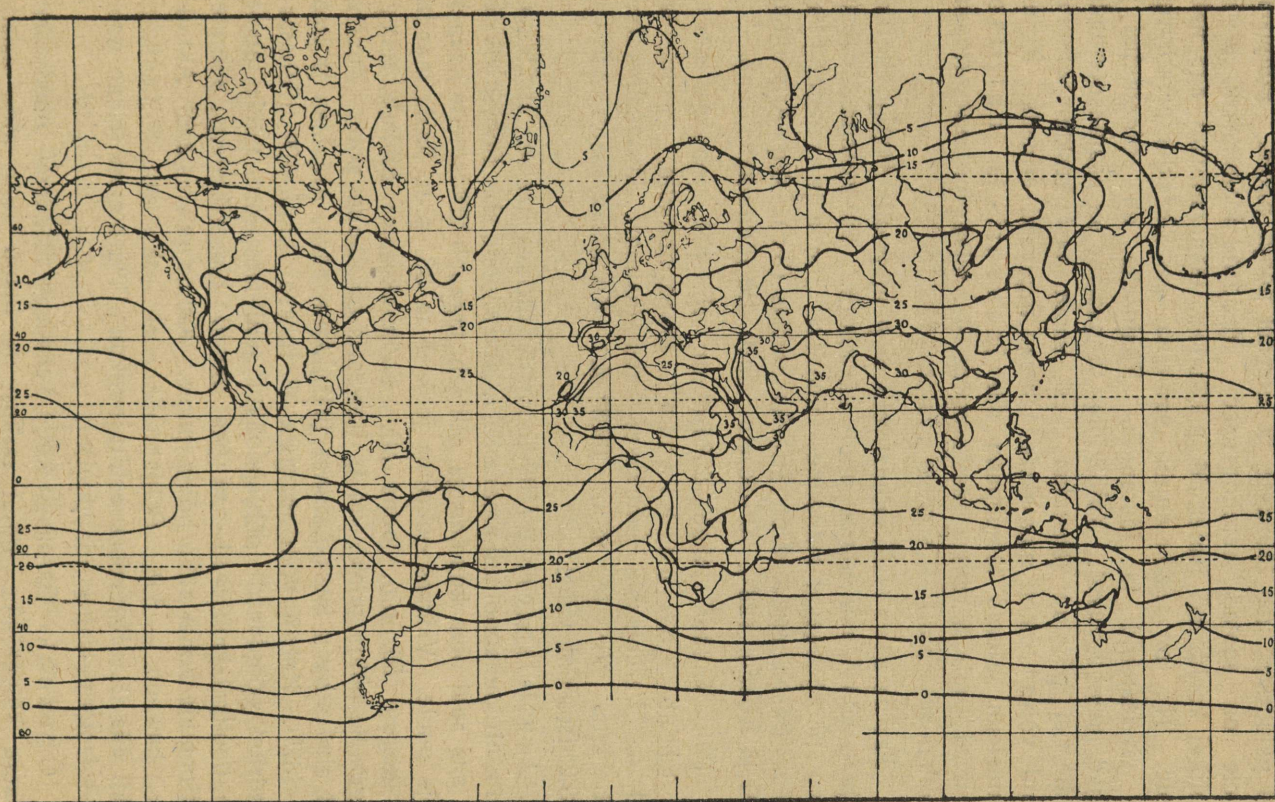
Nagu öö-päevases t° märkasime kõrgema ja madalama, nii märkame seda ka aastas, üksikute kuude kesktemperatuure kõrvu seades ja vaadeldes. Põhjapoolikul on harilikult maksimaalne ja miinima jaanuaris, lõunapoolikul vastupidi. Aastaste maksimate ja miinimate, mis peaksid olema juunis ja detsembris, hiljenemine seletub, nagu öö-päevastegi t° puhul, sellega, et peaaegu veel terve kuu kestusel peale suvist päikese seisust (21. VI) on soojuse juurdevool suurem maapinna kiirgamisest, miks t° siis ka ikka veel tõuseb. Peale talist päikese seisust (22. XII) on soojuse juurdevool võrdlemisi ikka veel palju vähem kiirgamisest ning õhu t° madaldub, kuni jaanuaris kõige madalamale jõuab. Kuude palavama ja külmema t° vahe annab meile t° aastase amplituudi, mille tundmine on ülitarvilik, et otsustada teatava maa-ala kliima üle. Temperatuuri aastane amplituud kasvab kaugenemisega ekvaatorist, samuti suureneb ta meredest eemaldumisega.

Õhu temperatuuri rõhtsihiline levimine. Et üle vaadet saada temperatuuri levimisest maakera pinnal, selleks ühendame kohad, millel ühesugune kesk-temperatuur. Neid jooni nim. isotermideks ehk samasoojuse-joonteks. Isotermide joonestamiseks ei saa kasutada vahetult vaadeldavate kohtade t° , vaid tuleb kõrvaldada enne kõrguse mõju. Seepärast taandatakse kõigis vaatluspaikades temperatuur merepinnale, lisades vaadeldavale t° niipalju juurde, kui palju vajab seda koha kõrgus üle merepinna. Nende t° järele tõmmatakse ka isotermid. Soojuse levimisest maakeral annavad kujutelma aasta-, jaanuari- ja juuli-isotermid (107. ja 108. joonis).

Aasta-isotermid näitavad, et kuumem ala asub Põhja-Aafrikas, kus L.-Sahas 10. ja 20. p.-l. vahel t° tõuseb üle 30^o. Külmemad kohad on polaarjoone läheduses Sise-Gröönimaal — 20^o ja Kirde-Siberis — 17^o. Lõunapoolikul on külma senter lõunanaba läheduses kuni — 25^o-se aasta-kesktemperatuuriga. Aasta samasoojuse-joonte suund on mõlemal pool poolitajat üldiselt sarnane. Mandrite kohal käänduvad nad nabade poole, merede kohal poolitaja poole, mis näitab, et merede kohal õhk võrdlemisi jahedam on kui mandreil. Põhjapoolikul märkame ainult parajas võõs vastupidist nähtust isotermide suunas; mand-



107. joonis. Jaanuarikuu isothermid.



108. joonis. Juulikuu isoterimid.

ritel painduvad nad lõunasse ja meredel põhja poole. Põhjuseks sellele on soojad merehoovused. Mandrite idarannikul, põhjapoolikul koolduvad isotermid poolitajale, läänerannikul aga naba poole. Nii on läänerannik suurema aasta-kesktemperatuuriga kui sisemandrid ja idarannik. Põhjuseks on läänetuuled ja soojad merehoovused. Kuid kliima tunnustena on aasta-isotermidel võrdlemisi piiratud tähendus, sest sama aasta-kesktemperatuuri puhul võivad ometi maa-alade kliimad tugevasti erineda. Kliima tunnustena tulevad tähelepanu alla jaanuari- ja juuli-isotermid, mis äärmiste aastaegade — talve ja suve (lõunapoolikul vastupidi) — soojust avaldavad.

Ja n u a r i s (107. joonis) valitseb põhjapoolikul tali ja suurima soojuse vöö läheb lõuna pool ekvaatorit. 25°-isoterm jookseb kõrvu pöörijoonega, paindudes mandritel lõuna ja meredel põhja poole. Palavamad alad on Sise-Austraalias (32°), Põhja-Argentiinas (28°) ja Kongos (28°). 0°-isoterm läheb üle lõuna-nabajoone.

Põhjapoolikul läheb 25°-isoterm 15. p.-l. joonega kõrvu. Nii kaldub soojusekvaator lõunapoolikule. Külmemad alad on Verhojanski läheduses, kus jaanuari kesktemperatuur vaob kuni 50° ja miin. 69,8°-ni. Kodumaa asub 3,5° ja — 8,2°-isotermi vahel.

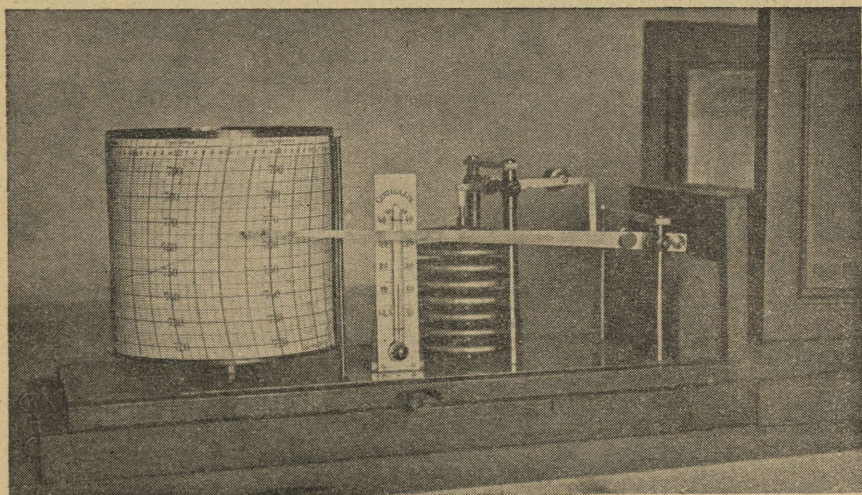
J u u l i - i s o t e r m e (108. joonis) vaadeldes näeme, et 25°-isoterm asub lõunapoolikul umbes 10. l.-laiuse joone all. Põhjapoolikul, kus siis suvi oma kuumusega valitseb, taganeb 25°-isoterm kaugele põhja poole. Vaikses ookeanis jookseb ta 35. p.-l., Aasia mandril aga koguni 50. p.-l. joone all. Soojusekvaator nihkub sellega kaugemale põhja poole, kui ta jaanuaris oli lõuna pool. Kuumemad alad asuvad Kesk-Aafrikas (34°), Aritsoonas, Araabias ja Iraanis (32°). Kohati võib märgata t° tõusvat kuni 50° (Sahas). Mandritel pöörduvad põhjapoolikul juuli-isotermid põhja poole, lõunapoolikul jooksevad nad pea rööbiti laiusesihtidega, pöörates kontinentide kohal vähe põhja poole. Külma poolus asub Antarktikas, kus on — 30°. Põhjapoolikul ei lasku aga t° juulikuus kuskil alla 0°. Kodumaa asub juulikuu 16°-isotermi (lääne pool) ja 18°-isotermi vahel (ida pool).

Õ h u r õ h k. Sarnaselt kõigi kehadega maakeral omab õhk maakera külgetõmbe mõjul raskuse ja litsub selle tõttu asjade

peale. Seda nähtust nimetatakse meteoroloogias õhurõhuks. Õhurõhu suurust määratakse baromeetri¹⁾ abil.

Suuremais meteoroloogiajaamades tarvitatakse õhurõhu märkimiseks ka barograafe, mis pidevalt joonestavad automaatselt õhurõhu kõvera veerevale trummile, termograafi sarnaselt (109. joon).

Õhurõhu määramisel baromeetriga tuleb silmas pidada rida parandusi. Parandused tehakse õhutemperatuurile, geograafilisele laiuusele ja kõrgusele.



109. joonis. Barograaf.

Elavhõbeda-samba pikkus on t^0 . Et õhurõhu mõõtmisel oleks ühtlane alus, siis taandatakse (reduitseeritakse) kõigil mõõtmisel samba pikkus 0^0 -le. Raskustung on suurem pooluse pool. Selle tagajärjel on baromeetri elavhõbeda-sammas pooluse läheduses lühem (umb. 2 mm) kui ekvaatoril. Vaatlused mitmesugustel geograafilistel laiustel taandatakse seepärast samuti, kui t^0 puhul, ühtlasele raskustungile ja nimelt 45. laiuskraadi raskustungile, mida on nimetatud normaalseks raskustungiks. Lõpuks mõjub ka kõrgus üle merepinna baromeetri seisu peale. Kõrgemal näitab baromeeter vähem (miks?). Sellepärast taandatakse õhurõhk ka merepinnale, võttes arvesse, et iga

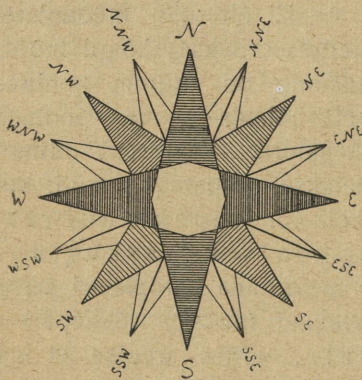
1) Kreekakeelne báros = raskus, métron = mõõt.

10,5 m peale, mis meie merepinnalt kõrgemale tõuseme, madaldub elavhõbeda sammas baromeetris 1 mm:i võrra. Seda kõrgust (10,5 m) nimet. baromeetriliseks kõrgusastmeks. Tavaliselt võetakse kõik parandusteks tarvisminevad arvud sellekohaseist tabelleist.

Õhurõhu levimine maapinnal. Ühendades eelnimetatud viisil parandatud sama õhurõhuga kohti joontega, saame isobaarid ehk samarõhujooned. Isobaarid näitavad, kuidas levib õhurõhk maakeral. Sealjuures loetakse 760 mm isobaari keskmiseks õhurõhuks merepinnal. Ta ilmub piirina madalrõhu- ja kõrgrõhu-alade vahel. Üldiselt leiame maakeral kolm suurt madalrõhu-ala, nimelt lai vöö mõlemale poole poolitajat ja kaks vööd nabajoonte ümber. Kõrgrõhu-vööd asuvad lähistroopilisel alal umbes 30° laiuse all (niinimetatud hobulaiused) ning mõlemil poolustel. Talviti on kõrgrõhk harilikult mandrite kohal, kus õhk külmem, ning madalrõhk ookeanide kohal. Suviti on olukord vastupidine. Säärane õhurõhu jaotus on maksev ainult alumiste maapinna lähiste (2000 m) õhukihtide kohta. Ülemistes õhukihtides on rõhk teisiti jaotatud, nimelt valitseb ekvaatori kohal kõrgrõhk ja pooluste kohal madalrõhk.

Tuuled.

Tuuled on õhuvoolud, mis kõrgrõhu-alast liiguvad madalrõhu-alasse. Tuuli nimetame harilikult ikka selle ilmakaare järele, kust nad puhuvad, ei kunagi aga selle järele, kuhu nad puhuvad.



110. joonis. Ilmakaarestik.

Tuule sihi määramiseks kasutatakse kaheksa või kuuetistkümnepulgalist ilmakaarestikku (110. joonis): N — põhi, NNE — põhjakirre, NE — kirre, ENE — idakirre, E — ida, ESE — idakagu, SE — kagu, SSE — lõunakagu, S — lõuna, SSW — lõunaedel, SW — edel, WSW — läänedel, W — lääas, WNW — läaneloe, NW — loe, NNW — põhjaloe. Tuule sihti näitab kõrgemale varda otsa asetatud liikuv plaadike —

tuulelipp. Kõrgemais õhuvooludes määratakse tuulte sihti ka pilvede jooksu järele.

Lihtsamaks tuulekiiruse mõõtmise riistaks kasutatakse tahvlikest, mis, kinnitatud liikuvalt tuulelipu vardale ühe otsaga, teise otsaga näitab kaare peale. Vaikse ilmaga ripub plaadike loodis alla, kuna tuul puhudes teda mööda kaart kõrgemale tõstab, ja seda kõrgemale, mida tugevam on tuul. Laevadel ja igapäevases elus tarvitatakse tuule jõu ja kiiruse määramiseks niinim. Beaufort'i (l. bofoor'i) skaalat, mis tuule kiiruse jaotab 12 klassi (v. tab.).

Beaufort'i skaala.

Beaufort'i j.	Tuule nimetus	Kiirus m/s.	Tunnused
0	Vaikus	—	Täieline vaikus.
1	Kerge tõmbus	2	Suits tõuseb peaaegu otse üles.
2	Kerge tuul	3	Parajasti tunduv tuul.
3	Nõrk tuul	5	Kõigutab puude lehti.
4	Möödukas tuul	7	Kõigutab väikesi oksid. Tõmbab lipud sirgu.
5	Värske tuul	9	Kõigutab suuri oksid.
6	Kõva tuul	11	Tekitab kohisemist ja painutab suuri oksid.
7	Väga kõva tuul	13	Liigutab nõrgemaid puutüvesid; tekitab seisvaile vetele laineid.
8	Tormiline tuul	15	Tugevad puud kõiguvad. Inimesel on raske vastu tuult liikuda.
9	Torm	18	Kergitab kergemaid asju, nagu katusekive.
10	Kange torm	21	Murrab puud, tõstab raskemaid asju üles.
11	Maru	(25)	Purustused suuremal viisil.
12	Orkaan, raju	(30)	Kõrveks muutev tegevus.

Tugevamad on tuuled lahtisel merel, kus puuduvad takistused. Maal tekitavad hõõrumine, pinna ebatasasused, taimkate jne. takistusi tuule puhumisele, sellepärast on tuule kiirus siin ka vähem. Maismaal tekivad nende takistuste mõjul tõukelised tuulepuhangud („tuul lõõtsub“), mis tihti suurt kahju toovad. Maapinnalt kõrgemal suureneb tuule kiirus.

Õöseks väheneb maismaal harilikult tuule kiirus, sest pinna läheduses lebab siis jahedam ja vähem liikuv õhukiht, ja kasvab

kiirus keskpäevani, kus kella 13 ajal maksimani jõuab. Kõrgemais õhukihtides on olukord vastupidine. Meie kodumaal puhuvad tugevamad tuuled sügis- ja talvekuudel, nõrgemad on tuuled suvekuudel.

Tuulte tekkimine. Tuulte tekkimise põhjuseks on eeskätt maakera vahelduv õhu temperatuur. Üksikud alad omavad enam sooja, nende t^o kõrgeneb, ning seal moodustub madalrõhu-ala, kuhu naabruses olevailt kõrgrõhu-aladelt õhk sisse voolab. Kõrgrõhu-ala kujuneb seal, kus õhu t^o madalam. On maapinna lähedal madalrõhu-ala, siis tekib selle kohal ülal alt ülestõusva õhu mõjul kõrgrõhu-ala ja vastupidi, kõrgrõhu-ala kohal on üleval alla voolava õhu tõttu madalrõhu-ala.

Nii kujuneb iga madalrõhu-ala kohal ülal kõrgrõhu-ala ja kõrgrõhu-ala kohal madalrõhu-ala.

V a i k u s v ö ö. Maakera pind soeneb ekvaatori ümbruses kõige intensiivsemalt. Seal moodustub ülestõusvate õhuvoolude tõttu madalrõhu-ala. See on kitsas vöö ümber maakera, mis päikese aastase liikumisega nihkub kord põhja, kord lõuna poole geograafilist ekvaatorit. Õhk tõuseb siin loodis üles ning tuult pole märgata. Sellepärast on seda vööd nimetatud vaikusvööks ehk kalmideks.

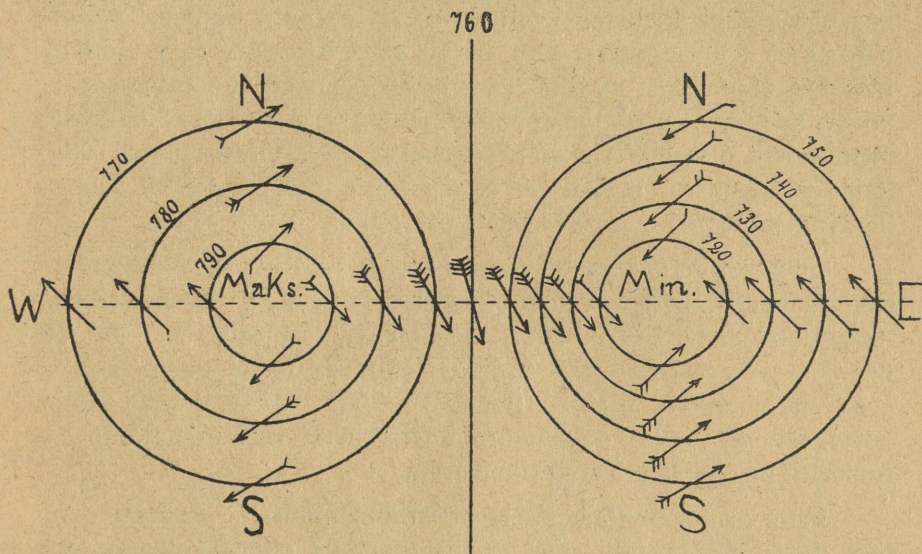
P a s s a a d i d. Kummalgi pool vaikusvööd tekib umbes 30. laiuskraadide all kõrgrõhu-ala. Siia valgub suurem osa vaikusvööle ülestõusnud ja jahenenud õhku, mis maapinnale laskub ja poolitaja poole voolab. Neid tuuli nimetatakse p a s s a a t i d e k s ¹⁾. Passaadid peaksid puhuma pikkussuhtide sihis, kuid maakera pöörlemise mõjul kalduvad nad sellest sihist kõrvale. Nimelt puhuvad nad põhjapoolsel maapoolikul kirdepassaatidena ja lõunapoolikul kagupassaatidena. Nende kohal ülal valgub õhk jälle ekvaatori poolt nabade poole edela- ja loode-antipassaatidena. Passaadid on püsivad tuuled, mis aastate kestusel ikka samas suunas umbes 6—8 m/sek. kiirusega puhuvad ja soojusekvaatoriga ühes vähe lõuna ja põhja poole geograafilist ekvaatorit kõiguvad.

L ä h i s t r o o p i l i s e d v a i k u s v ö ö d. Põhja ja lõuna pool passaatide vööd, umbes 30. ja 40. laiuskraadi vahel esinevad, kitsa-

1) Hispaanlased kasutasid neid tuuli üle mere sõiduks Brasiiliasse ja nimetasid neid „passata“ — ülesõit.

mad kõrgrõhuga vaikusvööd — lähistroopilised vaikusvööd (hobulaiused). Poolitaja poolt tulnud jahe õhk vaob osalt siin alla ja valgub kerge tuulena väljapoole. Harilikult valitseb siin vaikus ja ilusad ilmad.

Läänetuuled. Eelnimetatud vööst kuni nabajoonteni valitsevad niinim. läänetuuled. Nad tekivad sel teel, et na-



111. joonis. Kõrgrõhu tuulte süsteem põhjapoolikul. Ringjooned kujutavad isobaare, nooled tuulte sihti.

112. joonis. Madalrõhu tuulte süsteem põhjapoolikul. Ringjooned kujutavad isobaare, nooled tuulte sihti.

bajoonte all kujunevad madalrõhu-alad, kuhu lähistroopilisest vaikusvööst õhk juurde voolab. Maakerale pöörlemise mõjul puhuvad need tuuled alguses edelast (või lõunapoolikul loodest), kuid muutuvad järk-järgult nabajoontele lähenedes päris läänetuulteks. Üldiselt pole nad oma sihis nii püsivad kui passaadid. Mandrite kohal tekivad neile mitmekesised takistused, mis sunnivad neid muutma oma puhumissuunda. Tugevamad on nad lõuna-maapoolikul, kus mandrite ulatus vähem.

Tsükloon ja antitsükloon. Eespool vaadeldud tuulesüsteemid olid maakerale üldised ja seotud laiemate aladega. Kuid madal- ja kõrgrõhu-alad võivad kujuneda ka kitsamail ja piiratumail kohtadel, põhjustatud kohalikest oludest. Tekib kuskil

maakeral kohalikkude tingimuste (näiteks t⁰) mõjul ülestõusev õhuvool, siis kujuneb all madal- ja ülal kõrgrõhk. Samuti võib õhu jahenemise tagajärjel kitsamal alal tekkida kõrgrõhk all. Esimest tuultesüsteemi, mille peatunnuseks on alt juurde voolav, keskelt üles tõusev ja ülal välja minev õhuvool, nimetatakse madalrõhu tuulteks ehk tsüklooniks (112. joonis). Teist süsteemi, kus õhk keskel alla langeb, ülal sisse ja all välja voolab, kutsume kõrgrõhu tuulteks ehk antitsüklooniks (111. joonis). Maakera pöörlemine avaldab oma mõju ka nende tuultesüsteemide kohta, kallutades neid põhjapoolikul paremale ja lõunapoolikul paheemale poole otsesest õhuvoolu suunast. Sel põhjusel omab tsükloon pöörlemise vastu ja antitsükloon päripäeva. Ühtlasi liiguvad mõlemad tuultesüsteemid ka edasi.

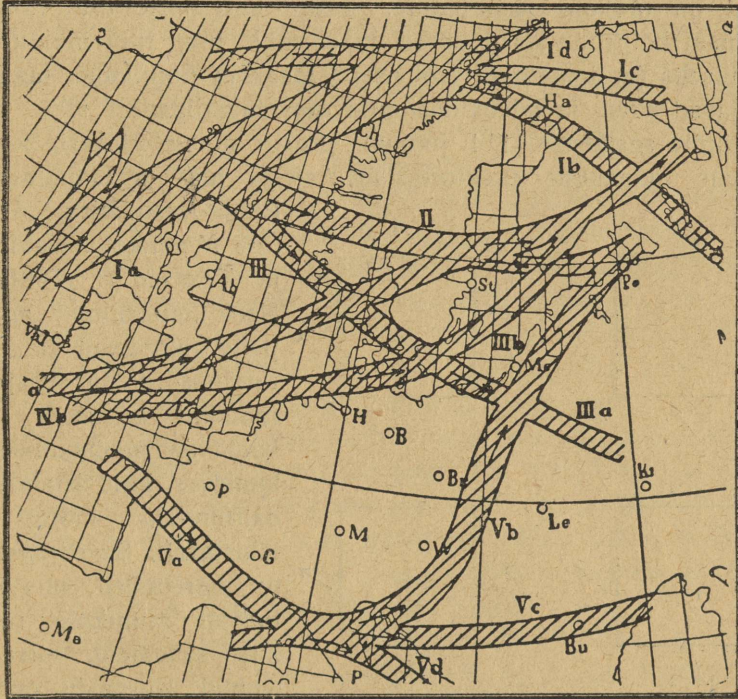
Ilmakaartidel näitavad isobaarid, mis harilikult umbkaudset ringjoonelised, meile madalrõhu korral rõhulangus keskele ja kõrgrõhu korral väljapoole. Rõhulangus väljendatakse baromeetrilise kraadiga (gradiendiga), s. o. rõhulangus suurusga iga 111 km kohta. Langeb õhurõhk 111 km peal 3 mm võrra, siis on meil 3 kraadi (gradienti) jne. Harilikult ulatub baromeetriline kraad mõne millimeetriteni.

Kõrg- ja madalrõhu asend määrub järgmiselt. Pöörame tuulele selja, siis näitab vähe (põhjapoolikul) ette lükatud pahem käsi madalrõhu ja tahapoole lükatud parem käsi kõrgrõhu-ala.

Kõrg- ja madalrõhu-alad tekivad, rändavad edasi ja kaovad lõpuks. Madalrõhu-alad, mis erilise tähtsusega meile, tekivad Atlandi ookeanis, Lääne-Euroopa ranniku läheduses, ja rändavad seal, alatasa laienedes, umbes 500–600 km päevase kiirusega ida poole, kus nad Ida-Euroopa madalikul kaovad (113. joonis). Liikumisteed on väga mitmed. Külmemail aastaajul tekivad nad Šoti-maa saarte ning Fär-Öeri saarte läheduses ja liiguvad seal Lõuna-Rootsi kaudu Soome lahte. Soemil ajal tulevad meile mööda Põhja-Saksamaa randa tsükloonid, mis tekkinud Briti saartest edela pool.

Kliimaliselt on madal- ja kõrgrõhu tuultel suur tähtsus. Madalrõhu-alas jaheneb ülestõusev õhk iga 100 m peale umbes 1⁰ võrra, veeaurud, mis sisaldasid õhus, tihenevad, moodustavad pilvi

ja tekitavad sademeid. Kõrgrõhu-alal valitseb üldiselt vastupidine olukord, sest allalangev õhk soeneb samal määral, nagu ülestõusev jahtus, ning suudab enesesse enam veeaire mahutada. Sel põhjusel valitsevad kõrgrõhu piirkonnas harilikult ilusad ilmad selge taevaga. Kõrgrõhk toob suvel kaasa kuumust ja talvel külma, madalrõhk vastupidi — suvel jahedust ja talvel sooja.



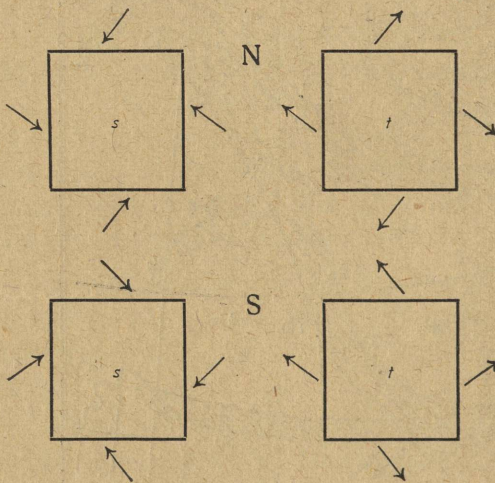
113. joonis. Tsüklooni teed.

Vahelduvad tuuled. Vahelduvaiks tuulteks nimetame neid, mis oma sihti teatud kindla aja järel vastupidiseks muudavad. Nende tekkimise põhjuseks on kohaline õhurõhu vaheldus. Vahelduvaist tuultest märgime järgmisi:

Monsoon¹⁾. Monsoonid ehk mussoonid on aastaajuti vahelduvad rannikutuuled, mis iseäranis tüübilistena esinevad

1) Araabia keelest — mansim = aastaag. Inglise keeli — monsoon (l. monsoon), prantsuse keeli — mousson.

Lõuna- ja Ida-Aasia rannikul. Nende tekkimise põhjuseks on mandrite ja merede erinev temperatuur soemal ja külmemal aastaajal. Sellepärast avaldavad kõik maad, mida ümbritseb meri, võimalusi monsuunide tekkimiseks. Suvel kuumeneb mandri pind mere pinnast tugevamini. Mandrite kohal tekib madalrõhu-ala, kuhu merelt voolab jahedam õhk asemele (tsüklooni taoliselt). Talvel on olukord vastupidine. Suure kiirgumise tõttu kujuneb maismaal kõrgrõhu-ala ja merel madalrõhk ning tuul muutub vastusihiliseks (antitsüklooni taoliselt). Maakera pöörlemise tagajärjel muudavad suve- ja talvemonsuunid oma meridiaanset sihti, vastavalt tuulte seadusele (114. joonis). Peale nimetatud Aasia ranniku kohtame monsuune ekvatoriaalse Aafrika ida- ja läänerannikul, Põhja-Austraalias, Mexikos (loe Mehhikos), Kalifornias ja Texases (l. Tehhases). Need monsuunid aga on palju nõrgemad ja vähem tunduavad. Ka Hispaania rannikul märkame nõrku kalduvusi monsuunide tekkimiseks, kuid Islandi madalrõhu-ala mõjub siin takistavalt. Suvemonsuunid on meretuuled, mis kaasa toovad rannikule rikkalikult sademeid, talvemonsuunid sellevastu on kuivad mandrituuled.



114. joonis. N — põhja- ja S — lõuna-poolkeral valitsevate monsuunide puhumise siht, s — suvel ja t — talvel. Ruut kujutab mandrit.

binu. Vinud ehk briisid on monsuunide sarnased, kuid palju vähema ulatusega rannikutuuled. Nende tekkimise põhjuseks on samuti ebaühtlane maismaa ja mere või järve soenemine öö ja päeva ajal. Päeval tekib madalrõhk maismaal ja tuul puhub merelt või järvelt, öösiti muutub meri madalrõhu-alaks ja tuul vahetab oma sihti. Poolitaja läheduses esinevad vinud suure korrapärasusega, suuremais laiustes aga on nad vähem järjekindlad. Vahemere rannikul, samuti ka Läänemere idarannikul võib neid tunda ainult vaiksetel suveilmadel. Merevinu tundub umbes kella

10 paiku hommikul, milleni harilikult vaikus valitseb, ja tungib 30—40 km kauguseni maasse. Päikese loode ajal tekib vaikus ja varssi peale seda puhub maavinu kuni hommikuse vaikuseni. Vinudel on suur väärtus kuumuse tasandamises ja õhu puhastamises, samuti ka purjekate sadamasse ja sadamast välja sõiduks.

Mäe- ja orutuuled. Ranniku vahelduvate tuulte sarnaselt tekivad ka mäestikkudes niinim. mäe- ja orutuuled. Päeval puhub mööda oruveerusid orutuul ülespoole ja öösiti langeb mäenõlvu mööda mäetuul alla. Põhjuseks on, et päeval mägede nõlvad tugevamini kuumenevad kui orud, kus selle tõttu ka madalrõhk moodustub. Öösiti on aga asjaolu vastupidine, sest mäenõlvad jahtuvad tugevamini orupõhjadest.

Langetuuled. Langetuuled kujunevad kitsamal alal kohalikkude tingimuste põhjustusel. Seesugusena olgu nimetatud Šveitsi Alpides soe föön. Kesk-Euroopa madalrõhu-allas tungib kevaditi ja sügiseti Vahemere poolt õhk, mis eriti mõjukalt tundub Alpi põhjapoolsetes orgudes. Mäelt orgu puhudes soeneb ta adiabaatiliselt iga 170 m langemisel 1°C võrra. Fööni mõjul sulab kevadel mägedes kiirelt lumi ja sügisel valmivad viinamarjad.

Dinaari Alpides puhub Aadria mere rannikule külm langetuul boora. Ta tekib talvel, mil kaugemal ida pool Ungari madalikus kujuneb külma õhuga kõrgrõhu-ala. Selt kõrgrõhu-alalt voolab aegajalt külm õhk üle Dinaari mäestiku Aadria mere madalrõhu-allas. Langemisel ei suuda tuul tarviliselt soeneda ja tundub sellepärast Aadria mere rannikul väga kare.

Samasugune külm ja taimestikule kahju toov tuul on ka Vahemere rannikul ja eriti Roone orus puhuv mistraal, mis Kesk-Prantsuse kiltmaalt langeb Lõvi lahe madalrõhu-allas. Madala algtemperatuuri (—20°C) tõttu ja tähtsusetu kõrguselt alla langes ei suuda õhk mistraalis tarviliselt soeneda ja tundub siis ka külm.

Lõuna-Venemaa steppides ja Kesk-Aasias puhuvad talviti külmad tuuled — buraanid, mis kaasa toovad ka ägedaid lumetuiskes.

Kuivad ja kuumad kohalikud tuuled on khamsin — Egiptuses, samum — Araabia kõrves, širokko — Sitsiilias ja Atlasi mail ning harmattan — Ülem-Guineas. Nimetatud kuivad ja kuumad tuuled on ülikahjulikud taimkattele, ja seda enam veel,

et neil aladel, kus nad peajasjalikult puhuvad, taimestik nii kui nii kehv on. Samum ja kamsin tekitavad kõrvealadel tugevaid liivatuiske, takistades killavooride liikumist ja hävitades neid. Harmattan on peajasjalikult oma madala algtemperatuuri tõttu ainult kuiv tuul.

Paljud kohalikud tuuled omavad väga suure kiiruse ja muutuvad rajudeks ehk orkaanideks. Tugeva kohaliku kuumenemise mõjul tekib piiratud alal võrdlemisi väga madal baromeetriline rõhk (700 mm). Sesse alasse voolab suure baromeetrilise gradiendi tõttu õhk naabrusaladelt võimsa jõuga ja omab maakera pöörlemise tagajärjel tsükloonaalse iseloomuga pööristuule laadi. Rajude tekkimise aladeks on troopikamaad, kus nende hävitav tegevus ka kõige tunduvam. Kõige enam tuntud on rajudest hurrikaan — Lääne-Indias ja taifun Hiina meres ning Bengaali lahes. Suure nobedusega edasi liikudes (50 m/sek.) lähenevad nad ida poolt ja kalduvad järk-järgult põhja (S-poolikul lõuna) poole. Raju lähenemist ennustavad ebaharilik taevavärving ja võimsad mustad pilved. Raju keskel on kitsas vaikuseala. Kohad, millest keskpäik üle liigub, tunnevad alguses tuult ühelt poolt puhuvat, sellele järgneb väheseks ajaks täieline vaikus ja siis algab jälle raju, millega kaasas käivad ka äike ja tugevad vihmavalangud.

Parasvöös pole rajude tekkimiseks küllalt soodsaid tingimusi. Nad kujunevad seal tihemini ainult harilikkude tsükloonide osadena, kuid nende jõud ei küüni kunagi troopika rajude jõuni. Tuntud on ainult P.-Ameerikas tornaadod ja meil tuulispask, või meredel lohemadu.

Sademed.

Veeaur õhus. Õhk, mis ümbritseb maakera, on alati teataval määral veeaurudega täidetud. Maismaa pind, taimkate, loomad ja eriti veekogud saavad alalõpmata veeaurusid õhku. Veekogud auravad ka siis, kui nende pind on varjatud jää ja lumega. Alalise vahetuse tõttu, mis olemas üksikute õhukihtide vahel, kandub veeaur alumisest aurava pinnaga kokkupuutuvast kihist kõigisse õhukihtidesse üle kogu maakera.

Veeaurude hulks õhus on tingitud õhu t⁰. Ta kasvab selle kõrgenemisega ja väheneb selle vähenemisega. On veeaurude

hulk tõusnud õhus teatavas t^0 -is äärmuseni, maksimani, siis kõnel-dakse sellest õhust kui veeaurudega küllastatud õhust. Õhu t^0 tõusmisega suureneb küllastamiseks vajalik veeaurude hulk ja väheneb t^0 alanemisega. Sisaldab õhk eneses palju vähem vee-auru kui vaja küllastamiseks teatavas temperatuuris, siis on õhk kuiv, ja mida enam läheneb see hulk küllastusseisundile, seda niiskemaks läheb õhk. Kuiv õhk neelab kiirelt veeauru asja-dest, kuna küllastusele lähenev õhk seda väga pikkamööda teeb. Õhu küllastusse avaldab mõju ka tuul, mis õhukihte segab. Auramisse avaldavad sellega oma mõju õhu küllastusseisund, tuul ja õhurõhk. Vähe-ma õhurõhuga aladel aurab vesi kiiremini kui suurema rõhuga aladel.

Veeaurude hulka õhus nimetatakse niiskuseks. Tõeline veeaurude hulk ühes kantmeetris õhus avaldatud grammides annab meile õhu absoluutse niiskuse. Võtame teatava temperatuuriga õhu tõelise veeauru hulga suhte sesse veeauru hulgasse, mis õhk samas t^0 endasse võiks mahutada küllastuseni, ja avaldame selle protsentides, siis saame suhte-lise ehk relatiivse niiskuse. 50% relatiivset niiskust tähendab järjekult, et õhus ainult pool sellest aurude hulgast on, mis ta enesesse võiks mahutada. Õhu kuivuse või rõskuse otsustamisel on tähtis just teada suhteline niiskus, mis näitab, kui palju võiks õhk veel antud t^0 -is enesesse küllastuseni neelata vee-aurusid. Õhk pole rõske mitte seepärast, et ta eneses absoluut-selt palju veeare sisaldab, vaid sellepärast, et veeaurude hulk antud t^0 -is läheneb küllastuspunktile. Suvel on õhu absoluutne niiskus kaugelt suurem kui sügisel, ometi kuivavad asjad kergemini suvel, sest suhteline niiskus on suvel vähem kui jahedal sügisel.

Sademetekkimise põhjused. Sademetekkimise põhjuseks on veeaurude tihenemine ehk kondensatsioon õhus. See sünnib siis, kui veeaurude hulk küllastusseisundist üle ulatub (relat. niiskus 100%). Selle põhjuseks on harilikult õhu t^0 madaldumine; muutumata t^0 -is ei jõua õhk ilmaski küllastuseni, sest veeaurude hulga kasvamisega väheneb ka auramine. Tihe-neses muutub nägematu aur väikesteks valkjateks veepiisakesteks. Veeaurude tihenemist soodustavad õhus hõljuvad tolmukübeme-kesed, mille pinnale aurust tihenunud vesi aseneb. Kuid üliküllas-tatud olengus võib ka päris puhtast õhust veeaur tiheneda.

Sademete kaju. Puutub niiske õhk kokku jaheneva maapinnaga, taimelehtedega jne., siis tekib kaste, ja kui õhu t° alla 0° , siis härmatis. Selged ööd, mil soojuse kiirgus maapinnal eriliselt suur, on kaste ja härmatise tekkimisele soodsad. Pilviseil õil ei teki kastet.

Niikaua kui veeaur gaasitaolisena õhus hõljub, on ta nägematu. Tihenenud miljoneiks väikesteks veepiisakesteks, moodustab ta udu ja pilved. Olulist vahet pilvede ja udu vahel ei ole. Udu oleks ainult kujuta pilv, mis tekkinud maapinna läheduses. Udud tekivad tavaliselt öösiti, õhu jahtumise tagajärjel. Tihti võime märgata, kuis udu üles tõuseb soodest, niiskeist niitudest ja vallina edasi liigub. Päikese tõusu järel, kui õhk hakkab soenema, kaob ka udu; ent tihti, kui jahedad õhuvoolud ülalt alla vaovad, võib udu kesta päevade ja isegi nädalate viisi. Alaliste ja geograafiliselt ülitähtsate nähtusena esinevad udud soojade ja külmade merehoovuste kokkupuute kohtadel. Nii on nad New-Foundlandi (l. nju faundlendi) madalikkude läheduses, Vaikse ookeani põhjapoolses osas ja Suur-Britannia vetes väga paksud ja takistavad isegi laevasõitu.

Pilved tekivad ülemistes jahedamates õhukihtides, kuhu tõusvate õhuvooludega on kantud veeaur. Kõrgus, kus pilved tekivad ja asetsevad, vaheldub aastaegade ja õhu t° järele. Rasked vihmapiilved laskuvad tihti õige madalale, teised kerkivad kõrgemate mägede latvadeni. Arvatavasti ulatuvad kõrgemad pilved kuni 11000 m. Keskmiselt tekivad pilved 2000 ja 3000 m vahel. Pilvede paksus kõigub õhukese linikuna taevast varjava, mõne meetri paksuse udukihi ja kuni 5000 m paksuste pilverüngaste vahel.

Pilvede kaju on vahelduv ja värvi- ning vormirikas. Ometi võime eraldada neli põhivormi (vt. 115—118. joonis).

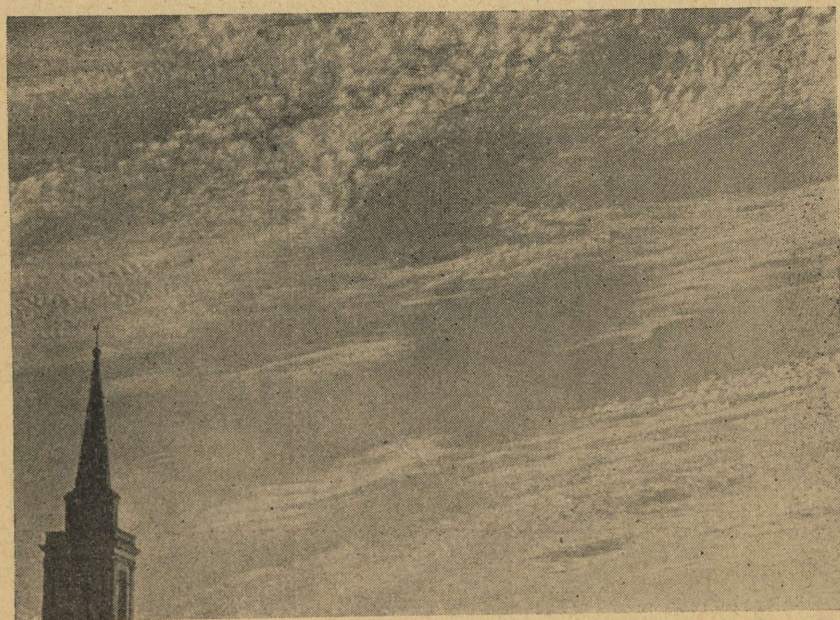
1. Kiudpilved on üksikud õrnad valged sulgjad pilve-siilud, mis sageli üle terve taeva küünivad. Nad koosnevad peentest jäänelakestest ja tekivad 5000—9000 m kõrgusel.

2. Rünkpilved on paksud helevalged pilvetombud, mis keskmiselt 1500—3000 m kõrgusel ilmuvad. Suviti näeme neid üksikute tompudena kui valgeid saari üle sinitaeva liuglevat.

3. Kihtpilved tekivad ülestõusvast udust maa läheduses (umbes 1000 m kõrguses) laia kattena.



115. joonis. Kiudpilved — Cirrus.



116. joonis. Kiudrõmpilved — Cirro-Cumulus.



117. joonis. Kõuepilved — Cumulo-Nimbus.



118. joonis. Rünkpilved — Cumulus (kahanevad).

4. Vihmapilved on hallid madalad ilma kindla kujuta pilvemassid, millest kestvalt vihma sajab (lauspilved).

Nende nelja põhivormi ühendis annab meile veel hulga pilvede vahevorme, nagu kõuepilved — tugevate tornide ja mägede taolised pilvemassid, küberünkpilved, kiudrünkpilved jne.

Pilvedeks koondunud veepiisad hõljuvad seni õhus, kuni nende suurus alles ülipisike (läbimõõt 0,05 mm). Järk-järgult liituvad piisakesed ning nende raskus kasvab, siis langevad nad vihmana alla. Peenikesed vihmatabad ei suuda sageli maapinnani jõuda, vaid muutuvad teel uuesti auruks. Peent vihma nimetame uduvihmaks. Kuid allalangemisel võivad piisad ka ühineda ja kasvada ning tekib tugev vihm, mida nimetame vihmavalanguks. Tugevamaid vihmavalanguid kohtame eeskätt lähistroopika aladel, kus ühes tunnis kuni 300 mm sademeid, s. o. enam kui pool Eestimaa aastaste sademete hulgast, alla sajab. Suurim sademete hulk — 1040 mm — päevas on märgitud Cherrapunjis (l. tsherrapundshis).

Külmemail aastaajul, kui õhu t^o vaob 0^o-ni, tiheneb veeaur lumeks, mis koosneb väikestest lumekristallikestest — lumehelvetest. Viimaste kuju ja suurus on vahelduvad. Tihti ühinevad nad laiuks lumeräitsakaiks. Sula ilmaga või kevadel ja sügisel kaotab lumi sadades alumiste soemate õhukihtidega kokku puutudes oma kristalse ehituse ja muutub lumelörtsiks. Tihti muutub lumi teraliseks, siis kõneldakse kübelume-sajust. Lumi moodustab maapinnale paksu lumivaiba, mille paksus värske lume aegu kaunis suur. Kevade poole tiheneb lumi, muutub teraliseks sõmerlumeks.

Ülemistes jahedates õhukihtides moodustub ka rahe. Raheterad on tumedad konsentrilise ehitusega jääterad, mida ümbritseb vähe heledam jääkest. Raheterade suurus on mitmekesine ja ulatub peenist tangutera suurusist kübemeskest kuni kanamuna suuruseni ja 1 kg raskuseni.

Sademete hulk. Sademete hulga all mõistame veekihi paksust, mis tekiks teatava aja jooksul läbilaskmatule rõhtsale pinnale. Kihhi paksus antakse ikka millimeetrites (või sm). Seega avaldatakse mõõdetud sademete hulk ikka millimeetrites.

Sademetete hulga kohta pole tähtis mitte ainult saju tugevus, vaid ka saju tihedus, s. o. sajupäevade hulk kuus või aastas avaldatud protsentides. Sajupäevade ühtlasest või ebaühtlasest jaotusest, samuti nende üldisest arvust oleneb antud maa-ala kliima (miks?).

Eestimaal on saju tihedus suurem septembris (50%) ja vähem aprillis (34%). Kõige suurem sademetete hulk tuleb aga juuli- ja augustikuus. Sademetete aastane keskhulk Eestis ulatub 550 mm.

Tähtsa kliimalise tegurina esineb ka pilvitus, s. o. pilvede rohkus nähtaval taevavõlvil. Pilvitusest oleneb õhu temperatuuri seisund ja ka sademed. Pilvitust mõõdetakse nähtava taevavõlvi kümnendikosadega. On taevast üleni pilvine, siis on pilvitus 10; pilvitus 5, 3, 4 jne. tähendab seda, et 0,5, 0,3, 0,4 jne. taevast on pilves.

Sademetete hulga levimine ja selle põhjused. Aastane sademetete hulk üksikuis maakera osades on väga erinev ja sõltub hulgast kohalikkudest tingimustest. Esimeses järjekorras avaldab sademetete hulga peale mõju geograafiline laius. Poolitajal ja pöörijoontel valitseb kõrge t^o ning see soodustab nobedat auramist ja pilvede tekkimist. Selle tagajärjel on seal ka vihmajärgid väga mõjukad. Jaava saarel pole kuni 0,3 mm sademetete hulk minutis haruldane, kuna Tartus vahest vihmasesmal kuul see 0,55 mm tunnis künib. Suuremais laiuistes väheneb õhu soojus ja ka sademetete hulk. Nabamail, mida sajuahtramate maade hulka peab lugema, kõigub aastane sademetete hulk 100—200 mm.

Teise tähtsa mõjurina esineb sademetete hulga määramisel merede lähedus. Südamaad on tavaliselt rannikuist kuivemad ja sajuvaesemad. Aafrika läänerannikul (Kameruunis) ulatub aastane sademetete kõrgus 10 000 mm:ni ja Himaalaja lõunanõlvadel koguni ligi 13 000 mm:ni, see on sama palju kui Eestimaal 25 aasta jooksul sajab. Südamaal on sellevastu kohti, kus 50 mm kõrgune sademetete hulk harilik. Meredel sajab sademeid enam kui mandril, olgugi et meredel puuduvad pinna ebatasasused, mis mandritel kohati ilmuvad sademetete koondajatena. Kuid meredel on auramine intensiivsem ja see suurendab ka sademetete hulka.

Niisked meretuuled, nagu meil lääne- ja vesikaaretuuled, suurendavad sademetete hulka, kuna kuivad maatuuled vastandina avalduvad. Kogu Lääne-Euroopa asub niiskete meretuule

mõjukonnas. Vana Ilma steppide ja kõrbede vöö kannatab seevastu kuivade maatuulte all. Kuivade passaat-tuulte mõjul on osa Sise-Austraaliatki kõrb.

Sademetek hulk kasvab ka kõrgusega üle merepinna. Isegi nii väike kõrguste vahe, nagu see avaldub Eestimaal, ei jää mõjuta sademetek kõrgusse. Haanja ja Pandivere kõrgustikud on meil sademeterikkamad kohad. Nii on aastane sademete kõrgus Rakveres 593 mm, Viljandis 582 mm ja Tartus 559 mm, Tallinnas aga 487 mm ja Pärnus 500 mm.

Sademetek hulga kasvamine kõrgenemisega ulatub ainult teatava kõrguseni, millest ülalpool uuesti vähenemine algab. Mont-Blanc'il on suurim sademete hulk 2500 m:i, Pamiiris 4880 m:i ja Tiibetis 4350 m:i kõrgusel. Mägede nõlvad, mis pööratud vastu niiskeid tuuli, on sademeterikkamad (Himaalaja!). On mäeahelikud risti valitsevatele tuultele, siis ilmuvad nad kliimalahkmetena. Alltuule maa-alad on kliimaliselt teravas vastolus pealtuule maa-aladega. Eriti paistab see silma ranniku mäeahelikkudel, mis niiskeid meretuuli takistavad pääsmast südamaasse, nagu seda näeme Pürenei poolsaarel, Brasiilias, Indostanis, Väike-Aasias jne.

Vihmarikkamad alad maakeral asuvad troopikavöös. Mõlemal pool poolitajat on ekvatoriaalne ala, milles pea aasta otsa asub vaikusvöö. Ülestõusvad niisked õhuvoolud on põhjuseks tugevaile äikesevihma valanguile, mis suure korralikkusega ilmuvad igal õhtupoolikul, kui õhk hakkab jahenema. Kaks korda aastas on päike siin lagipunktis, mis ajal ka vihasajud kõige tõhtsamad (senitaalsed vihmad). Sademete kõrgus aastas kõigub 1000 ja 2000 mm:i vahel. Erandina ilmuvad mandrite südames, kuhu niiske õhk ligipääsu ei leia, kuivad alad (savannide ja steppide alad). Pöörijoonte ligiduses, kus mõlemad seeniti seisud lähestikku, on ainult suvine vihma-aeg, mil päikese soendamine suurim. Muul ajal on kuiv aeg ja mida lähemale troopikaile, seda vältavam. Samas troopikavöös esinevad passaat- ja monsuunvihmad. Esimesed sajavad ühtlaselt terve aasta otsa, ainult väikese suurenemisega sel aastaajal, mil passaadid tugevamad (aastavihmad), teised on aga suvevihmad. Mandrite südamed, kuhu passaadid ja monsuunid ei küüni, nagu Indostan, Araabia jne., on vähese sademete hulgaga (250—500 mm:ni, tihti alla 250 mm). Tekib kuiv vöö, mis diagonaalselt kirdest

edelasse ulatub läbi Vana Ilma ja, L.-Ameerika ning Austraalia keskosa ja P.-Ameerikas läänepoolse osa oma alla võtab.

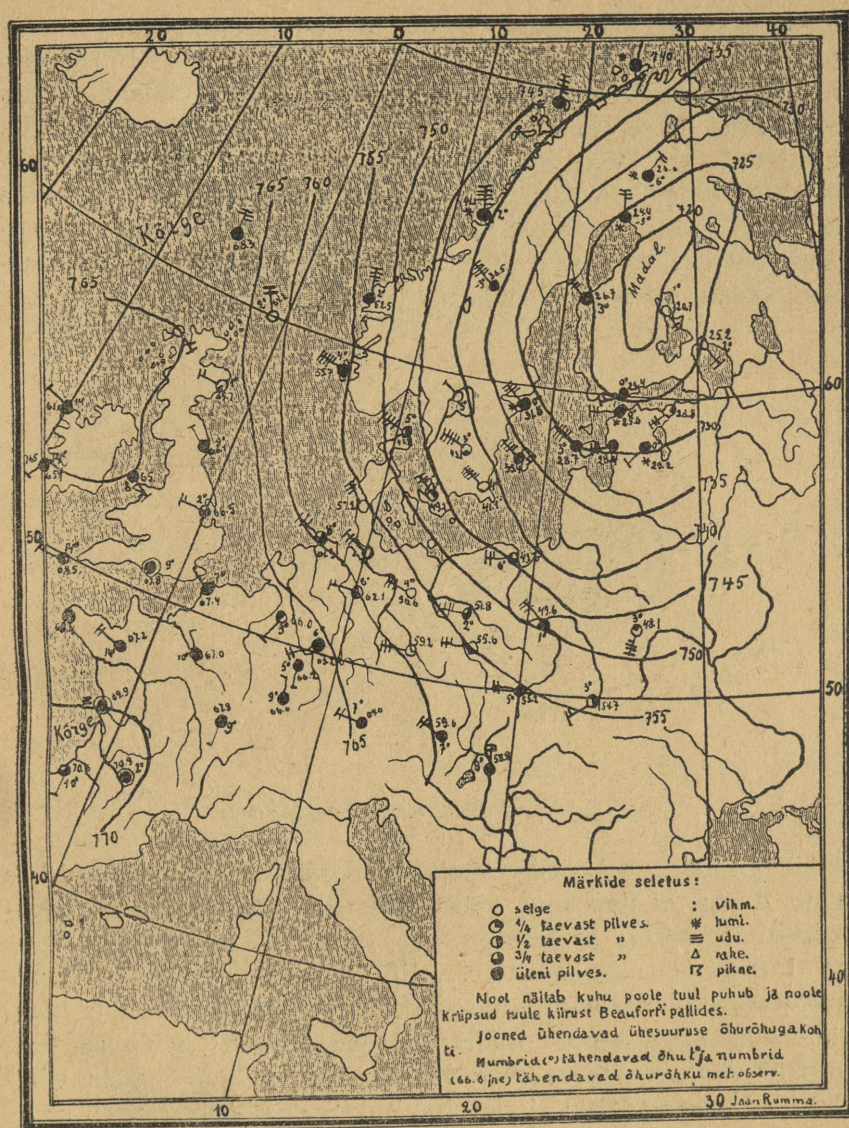
Lähistroopiline ja parasvöö on sademete kõrguse poolest vahelduvam eelmisest, troopikavööst. Sademete kõrgus kõigub 500 ja 2000 mm:i vahel, olenedes maapinna reljeefist ja teistest kohalikkudest tingimustest. Vahemere ümbruse alal esinevad selles vöös (umb. 30°—43° mõlemal poolikul) talvevihmad, kuna suved on kuivad. Põhjapoolses osas sajab aasta läbi sademeid. Sajuahtramad alad on pooluste ümbruses, kus sademete kõrgus aastas alla 250 mm. Sademeid langeb siin ühtlaselt aasta läbi.

Ilmastik.

Õhkkonna nähtuste — soojuse, niiskuse, sademete jne. — seisundit antud kohal lühema aja kestusel nimetame ilmaks. Sama nähtuste olukord pikema aja jooksul annab ilmastiku, kui üksikute ilmade keskmise seisundi.

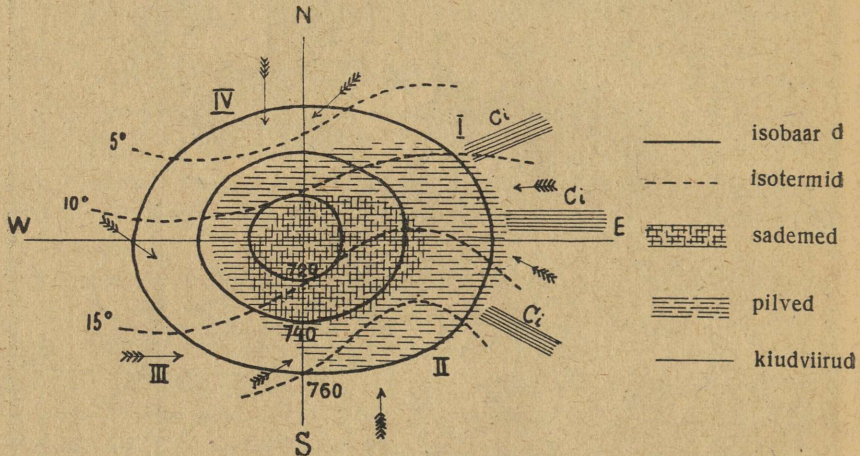
Palavvöös on ilmastiku nähtused kaunis korralikud, üksikud ilmad avaldavad ainult suuri kõikumisi päevase kuumuse ja öise jaheduse vahel. Parasvöös on ilmastiku nähtused palju keerulisemad ja kõikumavamad, olenedes sellest, millises õhurõhu — kõrg- või madalrõhu-alas asub antud koht. On kõrg- või madalrõhu-alal enam kuivemad ja selgemad ilmad, siis toob madalrõhk enamasti ikka kaasa sumedaid ja sajuseid ilmu.

Oma suure vahelduvusega avaldavad ilmad teravat mõju inimesegi majanduslikele kui ka muu elu nähtustesse. See asjaolu on juba vanal ajal esile kutsunud püüded katsuda ilmu lähema tuleviku kohta ennustada. Varem ajal põhjenes see ainult rahva kaua-aegseil tähelepanekuil, ebausul jne. ja kannatas väga täpsusetuse all. Mineva aastasaja keskelt peale on ilmade ennustamine omandanud aga tõelise teadusliku ilme. Seks otstarbekas on igas riigis korraldatud ilmandus, mis avaldab igapäev ülevaate õhkkonna seisundist ja kuulutab ette ilma lähemaks 24-ks tunniks. Ilmade ennustamine võib sündida ainult õige laialdaselt maa-alalt saadud teadete põhjal, sest kitsama koha ilm pole mitte oma ette iseseisev ühik, vaid ainult osa üldisest ilmade seisundist. Sellepärast saadetakse üksikute ilmajaamade vaatlused riigi ilmade-keskjaama (meil Tartu), kus neid raadio teel edasi antakse teistesse riikidesse.



119. joonis. Ilmakaart. Tartu meteoroloogiajaamas 2. nov. homm. 1921. Üldine õhkkonna seisund on järgmine: tsüklooni keskus asub Soomemaal, kus Vaasas õhurõhk on 717 mm; Läänemerel ja Skandinaavias on kõva loode- (NW) torm; taevast on Läänemere ümbruses pilves, Tartus, Tallinnas ja Soomes lumesadu. Tallinnas ja Tartus t^õ 0°, Vilsandis + 3°. Kõrgrõhk Lääne-Prantsusmaal ja Atlandi ook. põhja pool Šotimaad. Loodetav ilm neljapäeval 3. nov.: merel loode- (NW) poolne torm, sisemaal kõva loode- (NW) tuul, muutlik pilvitus, lumesajud, külmem.

Kohalikkudest vaatlusjaamadest ja välismaalt saadud ilmas-
tikuteadete põhjal seatakse kokku ilmakaart (v. 119. joonis).
Ilmakaardile on üles tähendatud isobaaride näol õhurõhk iga
5 mm takka, kuna iga ilmajaama juures veel kohalik õhurõhk on
tähendatud. Iga ilmajaama juurde on märgitud õhu t° ja tuule
siht noolena, millele külge tõmmatud tuule tugevuse märkidena
(Beaufort'i skaala järele) väikesed põik-kriipsukesed. Pilvitus mār-
gitakse sel teel, et jaama kujutav ring täiesti või osalt tumesta-
takse; samuti märgitakse sinna ka sademete kuju rahvusvaheliste



120. joonis. Ilmastik tsüklooni piirkonnas.

märkidega üles. Sel viisil valmistatud ilmakaart peab kella 13-ks
valmis olema, et ilma ette teatada üle riigi kõigisse telegraafijaa-
madesse järgnevas 24 tunniks.

Ilma ennustamine. Et ilma järgmiseks päevaks
ennustada, peab teadma, millised ilmad valitsevad madal- ja kõrg-
rõhu-aladel ning nende osades. Madalrõhu ees valitsevad meil
harilikult idapoolsed mandrituuled ning taevast on kergete kiud-
pilvedega kaetud (120. joonis.). Suvel on kuum, talvel külm.
Madalrõhu sentri lähenemisega muutub õhu t° suvel jahedamaks,
talvel soemaks, tuul pöörduv lõuna ja edela poole ning muutub
sentri möödaminemise järgi loodetuuleks. Ühtlasi hakkab ka
vihma või lund sadama. Otse sentri üleminekul jääb sadu
vähemaks, kuna baromeeter tugevasti langeb. Madalrõhu sentri

möödamineku järel jätkub vihm. Säärane ilmade seisund oleks loota, kui madalrõhk otse oma keskkohaga üle vaatluskoha läheb. Teissugune oleks aga ilmade seisund, kui koht jääb põhja või lõuna poole tsüklooni telge. Jääb koht põhja poole, siis pole pilvitus nii suur, sajud on vähemad või puuduvad täiesti, kuna t^o peaaegu ei muutu. Läheb madalrõhu keskkohalt põhja poolt mööda, siis pöördub tuul mööda päeva, taevast on pilvine, sademete hulk suurem, temperatuuris suuremad muutused (vaata antud ilmakaarti). Kõrgrõhu piirkonnas valitsevad suvel ja talvel selged ilmad kerge tuulega. Suvel on temperatuur kõrge, ilmad on kuumad, talvel vastupidi külmad. Suvel ilmub paks kaste ja tihti udu kõrgrõhu-alal ja talvel härmatis (miks?). Kõrg- ja madalrõhu liikumise tähelepanemisest pole üksi veel küllalt selleks, et ilma ennustada. Need annavad ainult üldised andmed, mida peab täiendama veel hulga kohalikkudest vaatlustest saadud andmetega. See asjaolu ja ka tsükloonide ning antitsükloonide väga muutlik iseloom, mida veel küllalt hästi ei ole tundma õpitud, teevad ilmade ennustamise pikema aja peale võimatuks. Ka lühema aja peale ettekuulutused ei anna paremal juhul üle 80—90% täideminevaid ennustusi.

Kliima.

Antud koha kliima ehk ilmastu all mõeldakse pika-ajalistest vaatlustest järeldatud keskmisi ilmastiku tingimusi. Ilm ja ilmastik on kliimas ainult lühema-ajaline ja vahelduv nähtus, mis korratu ja muutlik, kuna kliima on püsiv ja enam-vähem kindel. Teatud ala kliima üle otsustamiseks on vähemalt mõnekümne (40—50) aasta vaatlusi vaja. Kliima liigid on väga mitmekesised, olenedes niihästi hulgast üldistest kui paljudest kohalikest tingimustest ja oludest.

Merekliima paistab silma ühtlase aasta-kesktemperatuuriga, jahedamate suvede ja pehmete talvedega. Aastased kui ka päevased t^o kõikumised on väheldased. Ühtlase temperatuuri mõjul on ka õhurõhu kõikumised väheldased mere kohal, maismaa kohal suuremad, mis esile kutsuvad väga vahelduva ja muutliku ilmastiku. Tuul on tugevam merel, kus puuduvad takistused. Niiskus on suur, samuti ka sademete rohkus. Taevast on tihemini pilvine. Sademete jaotuses märkame merel sagedamini talvevihmu, mandril seevastu suvevihmu.

Vastandina merekliimale esineb mandrikliima, mille aasta-kesktemperatuur vähem, temperatuuri kõikumised suured, suvi kuum ja talv külm. Isegi öö-päevased t^o kõikumised on suured. Õhk on kuiv, taevast selge ja sademeid ilmub pisut. Esinevad valdavamalt suvevihmad.

Mandrikliimas on eriti tähelepanu väärt mägede kliima. Mägede kliima iseloomustub eeskätt õhurõhu vähenemisega ja kõikumisega. Hõreda õhu tõttu on otsene päikese kiirte soendamine tunduvalt tugevam kui madalikus. Kõrgenemisega madaldub õhu t^o. Niiskus on õhus vähem, kuid auramine on energilisem kui madalikus (miks?). Talvel on mägedel t^o tihti kõrgem kui orgudes. Orgudes on talved harilikult külmemad kui mägede otsas, suved aga kuumemad ja t^o kõikumised, isegi öö-päevased, järjekult suuremad. Orgude kliima pehmeneb sageli sellega, et mäe-aelikud takistavad külmade tuulte juurdepääsu.

Mitmekesiseid kliima liike ühendatakse, silmas pidades sademete ja t^o ühtlast laadi, suuremaiks rühmadeks — kliimatüüpideks.

Ekvatoriaalne vihmakliima omab ühtlase kõrge temperatuuri, väheste aastaste, kuid tunduvate öö-päevaste kõikumistega. Soema kuu kesktemperatuur ulatub 30^o ja külmema kuu kesktemperatuur 24^o. Valitseb vaikus või puhuvad passaat-tuuled, mille suunast oleneb ka sademete hulk. Senitaalsed vihmad, rohke pilvitus, madal õhurõhk.

Kuiv troopiline kliima ilmestub teravalt kujunenud aastaegade puudumisega. Suur päevase t^o kõikumine, kõrge õhurõhk, väike pilvitus, sügavsinine taevast, avar vaatepiir, tolmutuisud, harvad hiigla-vihmavalangud. Vihmaeg on harilikult jahedam. Aasta kesktemperatuur kõigub 20^o ja 28^o vahel. Aastased temperatuuri kõikumised on vähemad kui päevased.

Lähistroopiline kliima esineb mandrite läänepoolseis osades ega ümbritse maakera vööna kahe eelmise kliimatüübi sarnaselt. Aastaajad esinevad tunduvate temperatuuri erinemistega. Talved on jahedad, suved kuumad. Põhjapiirina ilmub lähistroopilisele kliimale külmema kuu 8^o isotherm. Sademed langevad valdavamalt kas talvel või suvel. Esimesel juhul saame suvikuiva lähistroopilise ehk Vahemere kliima, mis iseloomustub: talvel pehme, madal õhurõhk, tsükloonid, rohked sademed; suvel:

kuiv, kõrge õhurõhk, kerged kirdetuuled, sinitaevas, avar silmapiir, suur kuivus, helkivad värvid. Teisel juhul saame tali-kuiva lähistroopilise ehk moonsuunkliima. Lähistroopilise kliimaga on Vahemere-maad, Lääne-Mexiko, Lääne-Aafrika, Lõuna-Ameerika jne.

Paraskliimas avaldub ilmastiku mitmekesisus ja vaheldus teravalt. Ilmastiku muutlikkuse põhjuseks on tsükloonid ja anti-tsükloonid, mis siin valdavas. Temperatuur kõigub aastaegade järele. Sademed on jaotatud ühtlaselt läbi kogu aasta. Märgatav on suur erinevus mandri- ja merekliima vahel. Selle kliima põhjapoolseks piiriks on soema kuu 10^0 isotherm.

Parasvöö merekliima ilmestub väikeste päevaste ja aastaste t^0 kõikumistega, suure õhuniiskusega, rikkaliku pilvituse ja rohkete sademetega, eriti talvel. Mandrikliimas on suured t^0 kõikumised, õhurõhu maksima ja miinima vahelduvad aastaegade järele, väike pilvitus, nõrgad sademed enam suvel, talvel lumetuisud.

Polaarkliima iseloomustub sellega, et päev ja öö järkjärgult nabadele lähenedes ühtivad suve ja talvega. Öö vältab pea terve aastaaja, samuti ka päev. Päevased t^0 kõikumised pole tunduvad, vaid ainult aastased. Längus langevad päikese kiired ei suuda maapinda küllalt soendada; seepärast säilib õhukese sula pinna all igijää — kelts. Õhu niiskus on minimaalne ning sademeid langeb väga kitsilt.

Teissuguse kliimajaotuse saame, kui silmas peame sademete rohkust ja laadi ning auramise intensiivsust.

Humiidne ehk niiske kliima oleks seal, kus sademeid sajab sedavõrt ohtrasti, et ei suuda ära aurata. Ülejääk voolab jõgede kaudu meredesse. Vastand sellele oleks ariidne ehk kuiv kliima, kus sademeid vähem sajab, kui suudab aurata. Nivaalses ehk lumekliimas esinevad sademed valdavamalt lumena ja nii rohkesti, et osa liustikkude või laviinide abil eemaldatakse. Iga kliimaga on seotud ka erinevad geograafilised nähtused.

Kliima kõikumised. Maakera ajaloo kestusel on antud maa-alade kliimas olnud suuremaid ja vähemaid muutusi. Kohadel, kus praegu valitseb polaarkliima, on esinenud kord lähistroopiline ja troopika kliima, kuna teistel aladel otse vastupidine

olukord on valitsenud. Kuid ajaloolisel ajal ei ole suudetud kindlaks teha sääraseid kaugeleulatuvaid kliimamuutusi ja me võime kinnitada, et ajaloolisel ajal on kliima püsiv.

Mõõtmised ja vaatlused on näidanud aga perioodilisi kliima kõikumisi. Periood vältab umbes 35 aastat. Need perioodilised kliima kõikumised avalduvad ses, et antud ala kliima-elemendid — sademete hulk, t^o jne. — teatavas sihis muutuvad, maksimani või miinimani jõuavad ja uuesti endisele olukorrale lähenevad. Nii muutus Turkestani kliima järjest kuivemaks, jõed ja järved kahanesid, taimestik muutus; viimasel ajal on aga seal uuesti märgitud sademete hulga kasvamist ja kliima niiskemaks minemist. Kliima kõikumisi on seotud päikese laikudega, nende kasvamise ja vähenemisega.

Valgusnähtused õhkkonnas.

Valgusnähtuste tekkimist põhjustavad õhkkonna elektriline olukord, valguskiirte murdumine, peegeldumine õhus jne.

Välk. Nagu teame, on maakera pind elektriseerunud negatiivselt, vastandina õhule, mis kannab positiivset elektrit. Teatavil tingimusil kasvab potentsiaalide vahe maakera pinna ja õhkkonna vahel niivõrt, et tekib elektrisäde — välk. Välgu tekkimisega on seotud ka pikne. Heidab välku liiga kaugel, siis ei kosta pikne meile enam kätte ja me näeme ainult välku, mida nimetame siis põuavälguks ehk pälguks. Välkude kuju on vahelduv. Tihemini näeme murdvälku, harvemini pindvälku, mis tekib kahe pilve vahel. Hoopis haruldane on aga keravälk. Välgu värving on valge, harvemini punakas või sinakas. Välk on seotud ikka äikesega, mis kujuneb siis, kui maakeralt üles kerkiavad õhuvoolud, järjelikult siis ka tsükloonide alal. Norra- ja Inglismaa randa toovad tsükloonid äikest kaasa ka talvel. Eriti tugevad on äike ja välgud troopika mail.

Virmalised. Pimedail sügis- ja talveõhtuil võime mõnigi kord tähele panna põhjataevas isesugust valgust — virmalisi ehk põhjavalgust. Nabamail (ka lõuna-poolkeral) on virmalised igapäevane nähtus. Poolitaja poole lähenemisel kaovad ka virmalised järk-järgult vähemaks ning ainult üliharva võib neid vaadelda poolitaja läheduses (1859. a.). Virmalised esinevad

vööt- ja kiudvirmalistena. Esimesed moodustavad taeval laialdased valgusvöödid, mis koos kitsamaist loodis asetatud siiludest. Vöödid annavad tihti väga kummalise ilme, ripnedes vabalt hõljuvate voltidena, narmastena jne. Kiudvirmalistel ilmub kaks või enam laia vikerkaare-taolist silmapiirile toetuvat kaart, millest välja lähevad radiaalselt kiud, nagu loojenevast päikesest kiirtekimbud. Virmaliste valguse intensiivsus pole suur, enamasti annavad nad hämarikutaolise valguse ning pea kunagi ei ulatu see valgus üle täiskuu valguse.

Virmaliste tekkimine on seotud õhkkonna kõrgemate kihtide elektrilise seisundiga.

Kangastus. Kangastusnähtused (fata morgaana) on sagedamad kuivaldel kuumadel maa-aladel ja põhjenevad õhukihtide erinevale tihedusele. Tihedamad õhukihiid võivad teatavil tingimusil peegeldada asjadelt langenud kiired tagasi, mis, sattudes vaateleja silma, annavad meile sellest asjast ebakujutised.

Terendus. Õhukihtides valguskiirte murdumise tagajärjel võime näha asjade kerkimist vaatepiirist kõrgemale. Vaatepiiril olevad mäed näivad paistvat kõrgemad ja horisondi all olevad kerkivad vaateväljale ning moonutuvad sealjuures. Samal põhjusel näeme ka päikest, olgugi et ta juba loojenenud (või veel pole tõusnud), veel lapiku kerana paistvat. See oleks niinim. terendus. Peipsi rannikul, Kodaveres, nähtavat sel põhjusel ilusail suveilmadel paistvat Oudova linna, mis muidu ei oleks nähtav.

Peale nende valgusnähtuste esinevad õhkkonnas veel vikerkaar, päikese ja kuu ümber halod ehk tarad, päikese sapid ja sambad jne., mille tekkimise põhjuseks on valguskiirte murdumine veepiiskades või viimaste väikestes jääkristallides.

Elukond.

Taimkond.

Taimestik ja taimkond. Maakera pind on suuremalt osalt kaetud taimedega. Isegi jää- ja lumealad kõrgmäestikkudes pole eluta, ja maa-ala, kus esinevad aina paljad kaljud ja igilumi, on üldiselt väga piiratud. Iga maa-ala taimi võime tundma õppida välja minnes kas taimestiku või taimkonna seisukohalt. Vaatleme ja uurime meie üksikuid taimi kui liike, mida ühendame perekon-

dadeks, sugukondadeks, seltsideks jne., siis õpime tundma antud maa-ala taimestikku. Sarnast viisi töötavad eeskätt taimeteadlased. Vaatleme meie aga taimi, kui indiviide, mis teatud väliseil tingimustel võivad koonduda rühmadeks, mida nimetame taime-ühiskondadeks, siis õpime taimi tundma kui taimkonna liikmeid. Maastikus on mõjuvad just taime-ühiskonnad. Taime-ühiskondade kujunemises esitavad mõõduandvat osa elutingimused.

Taimede elutingimused. Taimkate pole maapinna erikohtades mitte ühetaoline. Ta on kõige pealt geograafilisest laiusast ja kõrgusest ü. m. p., sest need põhjused on mõõduandvad kliimalistele oludele. Peale selle on taimede elutingimused tähtsad muldkond ja teised elusad olused.

Kliimalistest tingimustest on suure tähtsusega valgus, soojus, niiskus ja tuul. Valguse abil suudavad taimed sünteesida eluta ainest orgaanilist ainet. Sellepärast võib ainult õige vähene arv taimi (bakterid, seened jt.) elutseda ilma valguseta, kasutades teiste valmistatud orgaanilist ainet.

Pöörivõos on valgusekiirte hulk enam-vähem aasta otsa ühetasaselt püsiv, mis põhjusel seal ka taimestik lopsakam. Nabamail sellevastu on valgust ainult pool aastat, mille tõttu seal kiduram taimkate, sest taimede intensiivsem tegevus — õitsmine ja seemnete valmistamine — koondub ainult ühele poolaastale.

Teiselt poolt on ka liiga suur valgus taimedele kardetav, sest sel juhul laguneb protoplasma kergesti. Suure valguse eest püüavad taimed endid kaitsta olgu kas isesuguse lehtede asetusega ja seisanguga kiirte vastu või jälle mitmesuguste kaitsevahenditega, nagu karvakesed, vahakord jne.

Sama tarviline kui valgus on ka soojus, mis igale taimele erisugune peab olema. Terve rida pöörijoone taimi ei kannata madalamat ($+2^{\circ}$ kuni $+5^{\circ}\text{C}$) temperatuuri üldse välja; kuid on taimi, mis kasvavad Jakutski ja Verhojanski ümbruses ka -60°C juures. Teiselt poolt saab ka liig kõrge t° taimedele kahjulikuks, ning 40° kuni 60°C temperatuuris surevad taimed juba ära. Nagu valgusekiirte, samuti on taimedel ka t° äärmuste vastu kaitsevahendid olemas. Üks sääraseist vahendeist on eluliste toimingu vaibumine taimorganismis madalas (umbes 5°C) ja kõrges (umbes 40°C) temperatuuris. Selle tagajärjel tekib niinim. talve- ja suvepuhkus, kus taimed kaotavad lehed.

Tuulte mõjul muutub taimede üldine väljanägemine, nad kasvavad kõveraks, jändrikuks, moodustavad tugeva ja laia juurestiku. Eriiselt on siinjuures tähtis see kuivus, mida tuul põhjustab. Niiskusel on väga suur mõju taimekasvu peale, ja meie liigitame taimed niiskusearmastuse suhtes kolme rühma: 1) niiskustaimed, 2) kuivikutaimed ja 3) vaheldustaimed.

Niiskustaimed on iseloomulised maile, kus sademete hulk küllalt suur ja aastas ühetasaselt jaotatud. Neil taimedel on vähem juurestik, suured õhukese epidermisega ja õhu-urukesterrikkad lehed. Nad on varustatud ka mitmesuguste kaitsevahenditega, mille ülesandeks on vabastada taime liigsest veest. Niiskeis pöörivöö metsades sajab selle tõttu säärastelt taimedelt otse tihedat vihma.

Kuivikutaimed võivad elutseda ka aladel, kus vihma võrdlemisi vähe sajab või maapind niiskuse liiga ruttu kaotab. Neil taimil on hästi arenenud ja sügavale maasse küündiv juurestik ning hulk auramist takistavaid ja vähendavaid vahendeid. Lehed on muutunud kitsaks, okasteks, tihti päris rudimentaarseks (kasuariinid). Teised taimed koguvad omale jälle vee-tagavarasid isäralisesse koesse (kaktused).

Kliimalise kuivuse kõrval esineb ka füsioloogiline kuivus, nagu seda näeme soo- ja rabataimede juures. Pinna madala t^o ja mullahapete rohkuse tõttu ei saa need taimed täiel ulatusel kasutada neid rikkalikke vee-tagavarasid, mis sois ja rabades, ning omandavad endile kuivikutaimede väljanägemise ja soetavad omale auramise vähendamiseks vastavad kaitsevahendid (sookailud, palukad, sinikad jne.).

Vaheldustaimed võivad kasvada maa-aladel, kus temperatuur ja niiskus vahelduvad. Temperatuuri madaldumisel heidavad nad lehed ja suiguvad talvepuhkusele, nagu meie taimed. Sama nähtus kordub ka t^o kõrgenemisel ja niiskuse vähenemisel.

Muld konna vastu avaldavad taimed suurt kohanemistungi. Nii leiame taime, mis hästi võivad asetseda kuival liival, soolastel, paestel jne. aladel.

Suur tähtsus on üksikute taimede elutingimuste loomisel ka teistel taimedel ja loomadel (bioloogilised tegurid). Need võivad tihti tuua teatava maa-ala taimestikku väga põhjalikke muudatusi.

Paljastele kaljudele tunginud mikroskoobilised taimed — samblikud — loovad esimesed elutingimused kõrgemate taimede ilmutamiseks. Samblad, selle järel mitmesugused kõrgemad taimed on need, mis üksteise järgi katsuvad kasutada samblikkude jäänustest tekkinud mullakihti. Üksikute taimeliikide vahel näeme alalist võistlust. Elutingimuste muutusel katsuvad taimed, mis paremini kohanenud muutunud oludega, välja suruda endisi taimi. Seda märkame järvede soostumisel, soode kuivamisel jm.

Teiselt poolt võime taimede hulgas tähele panna ka vastastikust toetust ja kaitset. Ta avaldub just taime-ühiskonnades ehk taimestuis, milleks me nimetame ühiseis elutingimisis sobivaid taimi. Taime-ühiskonnas paistab üksikute eluvormide — taimede — vahekord kõige paremini silma. Me näeme, kuidas kõrged kuused ja männid varjavad aluspinda kõrvetavate päikesekiirte eest, moodustades niiviisi soodsaid eluvõimalusi niiskustaimedele (sõnajalg), kuidas troopika metsades suured puud annavad toetust nõrgemaile väändkasvudele jne.

Maistud. Loomariigi esindajaist avaldab inimene eriliselt suurt mõju taimede elutingimuste muutuse ja teisendamise peale. Metsad kaovad, sood kuivatatakse, veed reguleeritakse ja loodusliste taimestute asemele tekivad kunstlikult soetatud põllud, nurmed, rohtaiad jne., kui kultuurtaimestud.

Seal, kus inimese tegevus veel pole suutnud avalduda, esinevad puutumatud taimestutega maa-alad — laasmaistud, nagu ürgmetsad naba- ja troopikamail, soolastepid jne. Neil aladel leiab inimene omale ülespidamist küttimisest või kalastusest. Kuid pea tuleb tarve laiemal ulatusel tarvitada ülespidamiseks loomariigi kõrval ka taimeriigi saadusi. Põllupidamise algastme juurde üle minnes hävitab inimene sihita loodust. Laastatakse ja põletatakse metsi, et saada ruumi põllulapikesele, armuta heidetakse tuli kuivadesse rohtlaantesse jne. Selle tagajärjel tekivad niinim. röövemaistud. Need on maa-alad, kus avaldub eeskätt inimese hävitav tegevus. Elanikkude arvu kasvamisel ei suuda röövemaistud küllalt pakkuda ülespidamise võimalusi üksikutele inimestele ning nad on sunnitud üle minema kasutusmaistutele, hoolitsedes ja kaitstes taimkatet asjata hävitamise eest. Kasutusmaistuis võtab inimene ette ka mitmesuguseid parandusi, nagu põhjavee kõrvalejuhtimine, metsade laasimine ja puhastamine jne.,

et sellega toetada omale kasulikkude taimede kasvu. Kõrgemale järjele jõuab inimese hoolitsemine taimkatte eest kultuurmaistuis, kus ei püüta mitte ainult kasu saada, mitte ainult looduselt ei võeta, vaid ka antakse ja juurde soetatakse uusi taimi, rammutatakse välja jne. Kultuurmaistutena esinevad meil põllud, rohtaiad, kultuur-heinamaad jne., kasutusmaistutena tarvitame metsaheinamaid ja metsi, kuna soodes ja rabades isegi röövemaistuid leidub, sest esialgu katsub inimene sealt ainult võtta, ilma vastu andmata.

Põllupeenardele, kraavikallastele, teeäärtele, kivikangruile ilmuvad taimestud, mis moodustavad kõnnumaistuid. Nende taimestute ja maa-alade peale pöörab inimene vähe tähelepanu.

Taimkonna vormid.

Taimkonnas kohtame üksikuid taimi puudena, põõsas-tena, rohuna jne. Need on taimede kasvuvormid. Üksikult esinevad kasvuvormid annavad meile lihtvormid. Eraldi seisev puu või põõsas on lihtvorm. Lihtvormidena võivad maastikus silma paista kõige pealt ainult suuremad lihtvormid, nagu puud ja põõsad, vähemad, nagu rohi ja sammal sellevastu suudavad mõjule tulla ainult rühmvormidena. Rühmvorm on hulga lihtvormide koondus. Rühmvormest märgime järgmisi:

1. Mets, kuhu kuuluvad salud, rohtaiad, puiestikud ja päris mets (okasmets, lehtmets, galeriimets, metssoo jne.).

2. Põõsastikku kuuluvad võsastik, mis koosneb noortest taimedest, ja päris põõsastik (pajustik, kanarbikunõmm, põõsassoos jne.).

3. Rohttaimistud: rohustu, heinastu (niit, puisniit — harvade puudega heinastu, põõsasniit jne.), arud (stepid, preeriad, pampad, lood jne.), luhad, aasad jne.

4. Põld — kultuurtaimede rühmvorm.

Alad, kus taimkate kas hoopis puudub või õige väheselt esineb, moodustavad kõrved. Kõrve ja ala, mis kaetud sedavõrt madalate taimedega, et silm neist ulatub üle nägema, nimetame legendikuks.

Taimevööted.

Kliimalistel tingimustel ühinevad taimestud taimevöödedeks. Nad järgnevad üksteisele geograafilise laiuse sihis ning me saame järgmised 5 taimevöödet: 1) troopikavööde, 2) lähistroopikavööde, 3) vahevööde, 4) kuumsuve-vööde ja 5) polaarvööde taimestud.

Troopika- ehk pöörijoone-vööde on kõrge, kuid tasase¹⁰ ja võrdlemisi suure (400—12 000 mm aastas) sademete hulgaga, mille tõttu siin taimkate on enam-vähem lopsakas. Ent üksikuil aladel pole sademete hulk mitte samasugune, mis põhjusel ka troopikavööde taimkattes erinemist on märgata. Nii näeme vihmaküllastel aladel metsi ja kuivemal aladel rohtlaasi (steppe). Puud troopika metsades on harilikult kõrgetüvelised, laiade võradega (kroonidega) ja kasvavad tihedalt.

On sademeid ohtrasti ja soojus kõrge, siis tekivad troopika igihaljad vihmametsad, kus tugevatüvelised puud (banaanipuu, palmid), kaetud õrna koorega, tõusevad kuni 30—40 m kõrguseni. Puude võrad on siin piklikud, lehed suured ja õhukese nahakesega kaetud. Suurte puude tüvedel ja oksadel ei asetse mitte ainult vähemad alamad taimed, nagu seemned, vaid seal kasvavad ka väikesed puukesed, mille võrasid omakorda põimivad mitmesugused epifüütsed ja parasiitsed taimed. Metsaalune on tugevasti täis kasvanud madalamaid puid, põõsaid, võserikku ja rohtu ning kogu metsa tihestavad väändkasvud — liaanid ja õhujuured. Värvide küllus, lõhnad, alaline niiskus ja tume vari on üheks iseloomulisemaks troopika igihaljaste vihmametsade tunnuseks. Puude kõrgus neis metsades küünib 30—40 m:ni.

Igihaljaste vihmametsade kõrval, aladel, kus sademete hulk pole nii rohke ega ühetasane, kus teataval aastaajal valitseb kuivus, kasvavad vihmahaljad ehk monsuunimetsad. Kuival aastaajal heidavad need metsad oma lehed maha, nagu kodumaa metsad sügisel. Vihmahaljaste metsade puud on sama kõrged kui igihaljastes vihmametsadeski, kuid nende koor on paksem ja lehed varustatud mitmesuguste kaitsevahenditega kuivuse vastu. Vihmasel ajal on nad tihedad ja niisked, tihti päris padrikud ehk džunglid, kuival ajal aga päriselt raagus. Kuiv aeg vältab tavaliselt 2—4 kuud. Aladel, kus kuiv aeg kauemini kestab,

ilmuvad juba rohtlaaned. Sademete hulk on siin väga vahelduv (1500—300 mm), mis tingib ka rohtlaante mitmekesisuse. Kus sademeid rohkem (üle 1000 mm), seal leiame valgusrikkaid puusavanne, see on alasad, kus rohtlaanes esinevad ka harvad puud, ja puiestumetsi, nagu Brasiilias, Guajaanas jne. Rohtsavannid, mis kuival ajal päriselt näruvad, valitsevad veel kuivemal aladel (1000—500 mm). Siin leiame ainult kohati mõnda puud ja põõsast. Rohtsavannid ilmuvad L.-Transvaalis, L.-Brasiilias (k a m p o d), Argentiinas (p a m p a d), Orinoko jõel (l j a a n o d) ja Kesk-Aafrikas.

Iseäraliste metsadena esinevad sellel alal siiludena mööda jõgede kaldaid läbi savannide ulatuvad lopsakad galeriimetsad ja mangroovimetsad jõgede suus ja vee ääres.

Lähistroopika-vööttes valitseb palav suvi ja pehme tali. Sellesse vööttesse kuuluvad muu seas ka Vahemere-maad Euroopas, P.-A. Uniooni lõunapoolsed riigid, Lõuna-Jaapan, Uue Meremaa, Tšiili jt. maad. Siin kasvavad nahklehised metsad, kus kõrgete siniroheliste lehtega puude (mirdid, loorberid, õlipuud, küpressid jne.) all leiame tihedat alusmetsa. Vahemere-mail on puud isegi kadunud ning esineb ainult läbipääsmatu nahklehepõõsastik (makkia), nagu Korsikas. Paiguti tekib ses vööttes ka põõsassteppe, kus kasvavad paksulehelised ja okkalised põõsad, millest läbipääs pea võimatu (s k r u b Austraalias).

Vahevööde on iseloomustatud soojade kuni kuumade suvedega ja pehmete kuni karedate talvedega. Mereranniku läheduses on kliima harilikult kaugelt pehmem (näit. Inglismaal) kui südamaal (näit. Siberis). Sama lugu on ka sademete hulgaga ja aasta keskmise t^o. Vaatamata säärase suurte kliimaliste kõikumiste peale kuuluvad need alad ometi kõik ühte vööttesse. Selle vöote lõunaosas on valitsemas leht- ja põhjaosas igihaljad okasmetsad. Euroopas on lehtmetsad kultuuri mõjul sedavõrt muutunud, et algelisest kujust enam juttu ei saa olla. Muudes ilmajagudes (P.-Ameerikas ja Ida-Aasias) on nad alles vähe muutunud. Lehtmetsad on harilikult s u v e h a l j a d ning seisavad koos saartest, pöökidest, vahtratest, pärnadest, tammedest jne. Alusmets on võrdlemisi hõre ega takista liikumist. Liaane leiame ainult Jaapanis.

Okasmetsad on peaaesjalikult igihaljad, rikkad alusmetsast ja nende lopsakus väheneb lähenemisega põhja poole. Nen-

dele metsadele seltsivad siin-seal veel rabad, heinsood ja nõmmed, mis kaetud ainult kanarbikuga. Soodes ja rabades esinevad ainult mõned marjapõõsad ja kääbuspuud iseloomustavate taimedena.

Selle võõte kuivades lõunapoolsetes osades tekivad rohtlaaned, kus puud ja põõsad sootuks puuduvad. Mississipi jõgikonnas leiame kõrge rohuga, peajasjalikult kõrrelistega kaetud rohtlaasi — preeriaid. Musta mere põhjarannikul on Musta mere rohtlaaned, kus kõrvuti kõrrelistega ka ülipalju sibultaimi kasvab, ja Ungaris leiame niinim. pušta, ka peajasjalikult kõrrelistega kaetud rohtlaane. Páris puutumatuid ürgrohtlaasi leidub vähe. Iga le poole tungib juba inimene oma kultuuriga ning kesk rohtlaasi esineb laiemal või kitsamal mōõdul ka kultuurmaistuid.

Vahevõõte kuuma suvega aladel on kujunenud soolastepid ja kõrved. Nende tekkimises on eeskätt mōõduandev olnud sademete vähesus ja kuumad 4—5 kuud vältavad kuivad suved, mis suurt taimekasvu ei soodusta. Soolastepides leiame siin-seal veel kaunis tihedalt vaevalisi kääbuspõõsaid, ent kõrbedes on ka nende osa liiga tühine. Seal, kus põhjaveed maapinnale ulatuvad või olemas on pinnavete kogud, areneb ka elujõulisem taimkate. Vadides ja nende läheduses näeme juba madalaid akaatsiapõõsaid ning rohupuhmaid (Tiibetis, Aafrikas). Samuti on ka savistel aladel taimestik rikkalikum ja kujunevad karjamaad kaameleile. Avalduvad aga põhjaveed hoogsamalt, siis hakkavad nii kõrbedes kui soolastepides ka puud kasvama. Viimastes võivad kujuneda vee rohkusel soolasood lihavate taime-dega, mis tihedaid padrikuid tekitavad. Kõrbedes muutuvad säärased alad oaasideks, mis ainsad inimese elamute asupaigad kesk tuiskavat liiva. Palmipuistud ja ka rohutaimestud on oaasides väga lopsakad.

Nabamaade võõtes valitseb lühike jahe suvi ja pikk kare tali. Vahe-aastaajad sügis ja kevade on väga lühikesed või kaovad põhja pool täiesti. Taimekasvuks jääb siin aega ainult maist augustini. Lumi suudab ainult maapinnalt ära sulada, kuna aluspinnas mõne sentimeetri sügavusel juba igijää — keltse esineb. Sel põhjusel on ka taimed kidurad ning jassakad ja koolduvad maapinnale, kus kergem kaitset leida lume all taliste külmade

eest. Taimekasv on pikaldane ja sellepärast leiame sealt ainult kääbuspuid.

Selle vööte iseloomulisemad taimestud on tundrad. Tundrad on laialdased nabamaa sood, mis kaetud jässakpõdsastega, kääbuspuude, sammalde ja samblikkudega. Siin-seal kinkude vahel lohkudes esinevad veelombid, mis suviti siin pesitsevaile veelindudele rikkalikku toitu pakuvad. Kaugemal põhja pool kaovad tundrad oma vaevalise taimkattega ja asemel laiuvad ainult paljad kalju- ja jääkõrved.

Kõrgusvööd. Me teame, et kliima muutub mitte ainult laiuse sihis, vaid ka kõrgenemisega merepinnast. On arusaadav siis, et ka taime-ühiskonnad mägedes kõrgemale tõustes teisenevad. Mägedes leiame taimestute kõrgusvööd, mis peegeldavad taimkatte muutust loodis sihis. Taimestute kõrgusvööd kordavad horisontaalseid vööteid terves ulatuses ainult troopika kõrgmäestikkudes. Troopika taimestutele järgnevad siin mäemetsad, siis udumetsad ja lõpuks kaljuarud ja lumevaljad. Teisis vööteis algavad kõrgusvööd ka vastuvate taimestutega. Metsapiiri kõrgus oleneb siin väga mitmesugustest kohalikkudest oludest, nagu mägede ehitusest, valgustusest, mere lähedusest jne. Nii madaldub metsa piir merekliimas ja kõrgeneb kuivas mandrikliimas.

Meretaimestik. Meretaimestik seisab koos peajasjalikult vetikaist; kõrgemaid taimi võib kohata ainult mõned liigid. Vetikad kinnituvad kividele ja kaljudele, kuid tihti leiame neid väga ohtralt lahtiselt vees hõljuvat (Sargassomeres). Antarktika vetes võib kohata vetikaid, mis oma pikkusega märksa ületavad maismaa kõrgemate puude kõrguse.

Loomkond.

Liiklemisvõimaluse tõttu on loomad vähem sõltuvad kohalikkudest oludest kui taimed. Pealegi on loomadel ka kohanemine kliimaliste tingimustega avaram ja kiirem. Kuid olgugi, et loomadel olemas on mitmesugused kaitsevahendid madala ja kõrge t^o vastu, siiski vajavad loomad erksamaks tegevuseks teatavat soodsat t^o (optimumi). Niipea kui õhu t^o madaldub või kõrgeneb võrreldes selle optimumiga, tekivad ka loomade elus mitmesugused muutused. Mitmed loomad suiguvad talve- (karu, nahkhiir jt.).

või suveuinakule (krokodill) või otsivad uue soodsama t^o elupaiga, nagu rändlinnud.

Suurem tähtsus on loomadele taimkattel, sest otsekohe või kaudselt on loomad ikka taimkattega kui toiduallikaga seotud. Taimkatte kaudu annavad end tunda loomadele ka kõik need olud, mis olid mõõduandvad taimede arenemises. Väheneb mingisuguseil põhjusil taimede hulk, siis peegeldub see otsekohe loomade arvu vähenemises. Üldiselt on aga taimerikkail aladel, nagu troopikavöötēs, loomkond arvurikkam kui polaarvöötēs, kus ka taimkate kiduram. Maismaa loomade juures etendab elukoha valikul juhtivat osa just toitumine ja kaitse, ja toitumise suhtes on suurem osa loomi (kuni 90%) taimtoitlased ja ainult väike osa lihatoitlased. Samuti kaitseks on loomad katsunud kohaneda ümbrusega (mimikria), kasutades eeskätt taimkatte värvide ja varjude vahakordi (lõvid, tiigrid, pantrid jne.).

Loomad maastikus. Elukoha järele liigitame loomi 1) metsa, 2) lagendiku, 3) mägede, 4) nabamaa, 5) vee ja 6) kultuurmaistute loomadeks.

Metsad, vaatamata toitumisvõimalustele, pole ometi nii väga rikkad loomadest. Põhjuseks on see asjaolu, et metsa tihedus takistab liikumist. Sellepärast pole metsade loomad ka kunagi head jooksjad. Harilikult hoiavad loomad eemale metsasügavusest, tarvitades seda ainult öösiti kaitse mõttes, ning ilmudes hommikul sealt metsa veerele.

Troopika-, igi- ja vihmahaljastes metsades leiame pühvleid, elevantē, taapireid, metssigu, antiloope, leopardē, tiigreid, lõvisid jt. loomi. Samuti on ahvid troopika metsades harilikud. Inimahvidest on gibbon ja orang-utan puu otsas, kuna gorilla ja šimpanse rohkem maas asuvad. Vastavalt nende eluviisidele on kohanenud ka organid, nimelt on liikuv ka suur varvas, mis puu otsas ronimiseks väga kasulik. Teistest ahvidest oleksid nimetada Vanas Ilmas: merekassid, makaakid, Uues Ilmas: kaputsiin-ahvid, müristaja-ahv jt. Samuti on ka mitmesugused poolahvid troopika metsadele väga iseloomulised. Troopika metsade asunikudena on eriti silmapaistvad veel sipelgakarud ja L.-Ameerikas laiskelajas, kes on hästi kohanenud puu otsas elamisega. Troopika metsade jõgedest leiame jõehobuseid ning lehmi ja mitmesuguseid roomajaid (krokodillid, alligaatorid jt.).

Lindudest on silmapaistvamad värvirikkad papagoid, kolibriid ja kiivi.

Palju vaesem on juba lähistroopiliste nahkleheliste metsade loomastu. Siin märkame üleminekut kuuma-niiske kliimalistest aladest jahedamatele vahevöõte aladele. Selle vöõte troopikapoolsel piiril on veel leida jaaguar, lõvi ja teised troopikavöõte loomad, aga kui vahevöõte poole minna, siis kaovad nad ja esinevad mitmed vahevöõte metsade loomad, nagu jänesed, oravad, rebased jt. Erilist tähelepanu äratavad Vahemere alal ainult linnud, mis hulgaviisi kevaditi ja sügiseti siit läbi lendavad.

Vahevöõte metsades toovad talved just loomade olemasolule suuri raskusi, sest lume tulekuga väheneb paljudele taimtoitlastele-loomadele võimalus toitu külluses leida. Nad on seepärast sunnitud suikuma talveuinakusse. Selle vöõte metsadele on iseloomulised karud, hundid, hirved, põdrad, jänesed, rebased, oravad jt. Lõuna poolt on siia vöõtesse tunginud veel pesukaru ja kukkurrott P.-Ameerikas. Lindudest on vahevöõte metsad peaasjalikult suviti rikkad.

Legendikud on palju ühetaolisemad toidu leidmise võimaluste poolest. Samuti on siin kliimaliste kontrastide mõju teravam kui metsas. Need ja paljud teised põhjused on jätnud legendiku loomade peale oma pitseri. Legendiku loomad on kiirjalgsed, koonduvad kergesti karjadesse, et endid paremini kaitsta pealetungijate vastu. Legendiku loomadest oleksid nimetada: kaelkirjakud, antiloobid, gasellid, ninasarvikud, seebrad, elevantid, pühvlid, kaamelid, kangurud, mitmesugused närijad. Kiskjatest paistavad silma häänid, hundid, lõvid jt. Lindudest on legendikkudele iseloomulikud jaanalind Aafrikas ja nandu L.-Ameerikas.

Mägede loomade hulka kuuluvad peenejalgsed kaljukitsed, Kaukasuse kõrgorgudes elutsev metssõnn, Tiibetis ja Himaalaja mägedes asuvad jakk, hiigla-metslammas katškar, mošus-härg, Abessiinias kudu-antiloobid, kaljukitsed ja mõned ahvid, kelle elamisala ulatub kuni 4000 m. Kilimandšaarol elavad isegi lõvid ja leopardid kuni 3000 m ja mõned antiloobid koguni 5000 m kõrgusel.

Rikkad on loomaliikidest ka Kordiljeerid ja Andid. Viimastes mägedes elavad laama, vikunja ja guanako ning närijaist tšintšilja (villhiir), kelle nahad väga kõrgesti hinnatud.

Mere loomkond on arvuliselt palju rikkam mandri loomastust. Mitmesugused elutingimused, nagu soolsus, valgustus, veesügavus jne., lubavad mereloomastu liigitada järgmiselt: rannaloomastu ulatub kuni 300—400 m, ulgumere loomastu kuni 1500 m ja süvamere loomastu sellest veel sügavamale. Süvamere loomadel on kujunenud omapärased vahendid suure rõhu kandmiseks ja valgustuseks. Paljud mereloomad on seotud oma eluviisidega merepõhjaga (bentos), teised võivad vabalt liikuda igas sihis (nekton) ja kolmandad hõljuvad vees ja kantakse sellest edasi (plankton). Viimased loomad on ülipisikesed ja pakuvad rikkalikku toitu suuremale loomadele.

Nabamaade laialdased karedate talvedega alad nõuavad oma elanikkudelt suurt kohanemist kareda kliima ja puudulikkude toitumisoludega. Paks vill või suled, samuti ka rasvakiht naha all peavad kaitsma loomi karedate külmade eest ning vähenõudlikkus ja leplikkus ka kõige puudulikuma toidu vastu nälja eest. Kaitse sihis on karva muutmine siin eriti silmapaistev. Valgele lumivaibale vastavalt ilmub ka loomadel valge karv ja suvistele monotoonsetele tumedatele tundra värvidele — pruunikas värv. Nabavõtte loomadest on nimetamisväärt jääkaru, kelle elamisala ulatub pooluseni, jäärebane, suvel tumeda, talvel heleda karvaga, jääjäneseid, jäähundid, mošushärjad, põhjapõdrad, vaalaskalad, hülged jt.

Kodustatud taimed ja loomad.

Kodutaimed. Inimese toiduks ja majanduslisteks nõueteks on suur tähtsus taimedel ja loomadel. Eeskätt peab siin just taimi nimetama. Neist ei saa me mitte ainult suuremat osa oma toidust, vaid ka vajalikke ehituse-, põletuse- ja tarbepuid ning maitseaineid. On täiesti arusaadav, et taimede ratsionaalses kasutamises seisab inimkultuuri arenemise võimsam tugi. Sellepärast pole praeguse aja inimesel ülesandeks mitte ainult taimede sihita kasutamine, vaid ka nende eest hoolitsemine ja harimine ning nende kodustamine. Röövmajandus on aegapidi vahetunud kasutus- ja kultuurmajandusega, mis silmas peab ka taimede kaitset. Pikaajalise hoolitsemise tõttu on kujunenud meil hulk kultuurtaimi. Nähtavasti on inimene mitmel kohal maakeral taimede kodustamisega algust teinud. Nii arvatakse 1) Iraani kiltmaad —

nisu, odra, lina, 2) Kaukasuse ja L.-Venemaa alasad — rukki, kaera ja viinamarja, 3) Himaalaja idanõlvu ja Mongooliat — riisi ja hirsid, 4) Himaalaja lõunanõlvu ja Indiat — banaani, oranži ja suhkruroo, 5) Mexiko (Mehhiko) kiltmaad — maisi, ubade ja agaavide, 6) L.-Ameerika kiltmaid — kartuli ning 7) P.-Aafrikat, Abessiinat ja Sudaani — durra, kurkide ja meloonide kodupaigaks. Neilt aladelt on kultuurtaimed üle terve maakera levinud, kohanedes sealjuures uue koduga.

Kultuurtaimede levimisele on eriti viimase aja arenenud liiklemine kaasa aidanud. Vana Ilm on saatnud Uude Ilma, eriti Austraaliasse, väga palju oma kultuurtaimist. Ameerika on sellele vastu annud ka palju üliväärtuslisi ja kasulikke taimi, millest olgu nimetatud ainult kartul, mais, kakao ja tubakas. Austraalia on kultuurtaimede poolest hoopis vaene ja kasutab ainult Euroopast sisse toodud taimi.

Tähtsamaiks ja vajalikumaiks taimiks inimestele on kultuurtaimede seast teraviljad, mis mitte ainult inimestele peatoiduainet ei paku, vaid ka loomatoiduks, tärklise, piirituse jne. valmistamiseks kõlbavad. Kõige kaugemale põhja ja lõuna poole tungib oder. Odrapiir ulatub põhja poole Kanadas ja Ida-Siberis 50° p.-l., Norras aga kuni 70. laiusesihini. Patagoonias asub ta 40. ja 45. lõunalaiuse-kraadi vahel. Kaugemale sellest piirist tuleb teraviljade kasvamine veel ainult kodusaadades ette. Nendest piiridest seespool leiame teiste kultuurtaimede piire. Mõni kraad lõuna (põhja) poole võib juba rukis ja kaer kasvada. Nisu ulatub kuni 64 p.-l. ja mais 50 p.-l. kraadi alla. Viimase piirini võivad ka viinamarjad kasvada.

Mägedes tõuseb teraviljade piir — Norras 300—400 m, Alpides 1200—1500 m, L.-Ameerikas 3900—4300 m ja Karakorumil kuni 4100 m kõrguseni.

Samus piires, kus kasvab teravili, valmib ka kartul, mis pole tähtis mitte ainult toiduainena, vaid on ka ülitarviline tehniline aine. Kõrva kartuliga kasvavad siin ka mitmed juurviljad (kaalid, nairid, kapsad jne.). Tööstuslistest taimedest kasvab ka lina kaunis kaugel põhja pool, armastades enam niisket, sademerohkset kliimat. Lina kõrval on tööstuslise tähtsusega kanep ja lõuna pool džuu t (juut — India lina). Palav-vöös kasvab veel

puuvill. See taim on tuntud juba väga vanal ajal, kuid laialdase harimise osaliseks on ta saanud alles uuemal ajal.

Aiavilja-puudest kasvavad õuna-, kirsi-, pirni ja ploomipuud sama kaugel põhja pool kui tammgi. Nii Norras 64° p.-l. (Trondhjem), Rootsis 61° p.-l., Eestis kuni 60° p.-l. ja Kaasanis 56° p.-l. all. Kaugel põhja pool tarvitavad nad enam hoolitsemist kui lõunas, kus nad isegi metsikutena ette tulevad. Lõuna puuviljade — aprikooside, persikute, sidrunite, apelsinide — kodu on L.- ja Ida-Aasia ja on alles araablaste kaudu Vahemere-mail kui kasutustaimed tuttavaks saanud. Nende põhjapoolseks piirjooneks on 40°—45° p.-l.

Lähistroopilises ja troopilises kultuurvöös, mis 20° p.-l. ja 30° l.-l. ulatub, on õlipuude, tee, kohvi ja viinamarjade kodu. Samuti kasvavad siin viigipuud, granaatõunad, mandlid ja kõrveosas datli-, saago- ja kookospalmid, agaavid, kakaopuu ning juurviljad: maniok, bataadid jt. Vahemeremal, eriti Pürenei poolsaarel, on tarvilise toiduainena kasutatavad kaunviljad — herved, harilikud ja türgi oad, läätsed jt. Kuid nende kasvatamine tungib kaugele veel põhja poole, olgugi et see mitte enam säärase tähtsusega pole. Nende taimede kasvatamine on põllumajanduses väärtusline selle tõttu, et nad mulda lämmastikuga rikastavad (ristikhein).

Koduloomad. Ühes taimedega kasutab inimene ka loomi. Kalastus ja kütmine ulatuvad inimajaloos kaugele minevikku ning praegugi on veel mitmete algrahvaste juures ainsamaks tuluallikaks need kaks loomade kasutuse viisi. Kultuurilise arenemisega käsikäes muutusid ka loomade kasutuse viisid. Vähe oli seda, et ainult kütisaagiga leppida, loomade kodustamise ja taltsutamise teel võis neist palju enam tuge saada oma majapidamisele.

Kunas ja kus kohal maakeral algas loomade kodustamine ning missugune oli esimene kodustatud loom, on teadmata. On arvatud, et kodustamisel suurt osa on etendanud ka usulised nõuded. Nii hoiti Vanas Babüloonias härgi tallides ohvriks jumalatele ja Vanas Egiptuses olid suuresti austatavad ka kassid. See asjaolu võis saada mõõduandvaks ka nii mõnegi looma kodustamisel. Kindel on ainult üks, et kodustatud loomad ilmusid alles uuemas kiviajas. Vana kiviaja leidudes pole seni veel ühegi kodulooma jäänuseid leitud, kuna noorema kiviaja leiud („köögi-

jäänuste hunnikud“) neid sisaldavad. Vana kiviaja leiud tunnistavad ainult, et sel ajal inimene üksnes küttis praeguste koduloomade metsikuid eelkäijaid. Nooremast kiviajast leitakse koera, sea, hobuse, kitse, lamba ja veiste luid. Need olid ka esimesed kodustatud loomad, ja nähtavasti moodustasid nad selleaegsete inimeste peatoidu. Eelajaloolisel ajal on kodustatud ka kass, eesel, kaamel, sebu, tui, kana ja siidiliblikas. Ajaloolisel ajal, nimelt vanal ajal, näivad kodustatud olevat pühvel, hani, part, faasan, mesilane ja pärlikana, samuti ka põhjapõder, jakk, laama, alpaka (peenevillaline kaamellammas) ja luik, olgugi et nende kodustamise aega võimatu on täpsalt määrata. Uuemal ajal on selles sihis vähe tagajärgi saavutatud ja on suudetud kodustada ainult jaanalindu, košenillitaid jm. teist.

Nagu näeme, pole kodustatud loomade arv mitte suur. Neid on ainult 10—15 perekonnast, kuna taimede hulk võrratult suurem on.

Kodustatud loomadega on inimene väga lähedalt seotud ja mitmete rahvaste eluvõimalused on peaaesjalikult tingitud koduloomadest, nagu paljudel koduloomadelgi oleks võimatu elada inimese hooleta. Inimene ei avalda oma mõju mitte ainult koduloomade, vaid ka metsloomade peale, moodustades nii omapäraseid kultuurmaistute loomastuid. Asulad ja neid ümbritsevad väljad, rohtaiad, tööstuslised ettevõtted ei või jätta mõju avaldamata loomade eluviiside ja -tingimuste peale. Röövküttimine on laastanud metsloomadest kultuurmaistud; nende asemel esinevad koduloomade karjad. Nii on kodumetsadest kadunud metssead, kobrad; karud, hirved, põdrad ja mitmed teised on kadumas. Kuid teiselt poolt toob kultuurtaimede kasvatamine osalt vastu inimese tahtmist endaga kaasa ka omapärase loomastiku, mis tihti kahjulik inimesele; ilmuvad aga ka uued metsloomade liigid teistelt maaladelt, keda inimene kaitseb mitmesuguste korralduste abil (merilinnud Vilsandil).

Inimene.

Nüüdisaja tähtsamaks maastikuliseks teguriks on inimene, kelle mõju küünib üle kogu maakera. Inimene muudab puutumatud laasmaistud kultuurmaistuiks, tema hoolitsusel ilmuvad

tühjade, taimestikuta liivakõrbede asemele metsad, põllud, asulad ja tihe liiklemisteede võrk. Sood ja järved kuivatatakse, jõgede voolule antakse teine siht ning merelt võidetakse maa-alad. Kõigi seesuguste muudatuste tagajärjel muutub ka ilmastu ja lõpuks elus loodus. Kultuuri kasvamisega ja tehniliste võtete arenemisega aina kasvab inimese mõju maastikus.

Inimkonna vanus. Esimese inimese ilmumine kaob kaugele eelajaloolisesse minevikku ja täpsalt inimkonna vanust ära määrata on võimatu. Võib arvata ainult seda, et maakera siis, kui inimene ilmus, juba umbes samas olukorras pidi olema kui praegu. Esimesi tõelisi inimese jälgi leiame diluuviumist, olgugi et inimene juba kaua varemini võis elanud olla. Diluviaalsed leiud sisaldavad jaolt mitmesuguseid inimese tarbeasju, jaolt inimese enese luid. Seesuguseid leidusid on tehtud mitmel pool maakeral, nagu P.-Aafrikas, P.-Ameerikas, Pampas (Argentiinas), Venemaal, Indias jne., kuid eriti tähtsad on leiud, mis on tehtud Neanderi orus Düsseldorfis ja Elberfeldi vahel ühes koopas ja Cro-Magnonis Dordogne'i orus. Kõik need leiud tunnistavad, et inimene sel ajal juba üle kogu maakera on levinud ning pealtvaatajaks on olnud jääajale, mille jaheda kliima eest ta varju otsis lõunapoolseis koobastes. Üldiselt arvatakse inimsoo vanust vähemalt 250 000 aasta peale. See arv võib anda ainult umbkaudse pildi inimsoo arenemise ajast; kuid absoluutset inimsoo vanuse arvu tuua on juba ka sel põhjusel raske, et meil võimalik pole kindlaks teha, missugusest arenemisastmest peale algame meie inimest kui seesugust lugema.

Diluviaalse inimese esimest kultuuriastet nimetame vanemaks kiviajaks (paleoliitiliseks ajaks). Sel ajal tarvitati puust, luust ja sarvest tarberiistade kõrval ka kivist valmistatud riistu. Selleks otsiti või lõhuti parajad ja kohased kivitükid, mida kas palja käega löögiks tarvitati või kuidagi kepi otsa kinnitati. Need kivitükid olid veel täiesti lihvimata ega kannud kaugeleulatuvaid inimese tegevuse jälgi. Diluviaalne inimene elas koobastes, kaljulõhedes jne., toitis end ürgelevandi (*Elephas antiquus*), mammuti, ninasarviku (*Rhinoceros Merckii*), koopakarude ja koopalõvide jahist ning osalt kalastusest. Karjakasvatust ega põlluharimist ta veel ei tunnud. Jääaja ilmumisel õppis diluviaalne inimene end katma ka nahkadega. Vanemal kiviajal elas Euroo-

pas nähtavasti kahte tõugu inimesi. Ühe tunnuseid esindab 1856. a. Neanderi orus leitud luukere, teise tunnuseid aga Cro-Magnoni juures 1868. a. leitud luukere. Esimest tõugu nimetatakse Neanderi tõuks. Selle tõu tunnusteks on madal lausk tahapoole libisev otsaesine, suured ümmargused silma-augud, erandiliselt tugevalt ülespaisunud kulmukondid, tugev paks lõualuu ilma lõuaotsata ja ettepoole tunginud hambad (prognootsia). Tõenäoliselt oli see tõug Aafrikast Euroopasse sisse rännanud ja tal on palju sarnasust neegritega. Cro-Magnoni tõug oli Euroopasse tulnud Aasiast ja esindas meile enam arenenud tõugu. Selle tõu liikmed olid võrdlemisi kõrge kasvuga, saledad, kõrgema ja järsema otsaesisega ja ilma kõrgete kulmukontideta.

Vanemale kiviajale järgneb uuem kiviaeg (neoliitiline aeg). Muidugi pole võimalik mingit kindlat raja tõmmata nende, nagu ka järgnevate aegade vahel. Need nimetused märgivad ainult teatavat arenemisastet, mis aga üle terve maakera korraga ei avaldunud, vaid, olenedes mitmesuguseist oludest, kestsid ning ilmusid eri-maaaladel ja eri-aegadel; ka praegu leiame maakeral veel kohti, kus kestab kiviaeg.

Uuem kiviaeg erineb vanemast nii geoloogiliselt kui paleontoloogiliselt. Geoloogiliselt kuulub ta alluuviumi, paleontoloogiliselt on kadunud ninasarvikud, koopakarud, mammutid jne., kuid esinevad koduloomad.

Tarberiistade valmistamises avaldab uuema kiviaja inimene palju suuremat oskust kui eelmisel ajal. Nüüd on juba kõik riistad lihvitud kivist, varustatud varre-auguga ja kaunistatud ilustustega. Ka mujal paistab selle aja inimese võrdlemisi kõrge ja kaua-aegne arenemine silma, nimelt on leitud koobaste seintel ja savipottidel palju ilustusi, mis kujundavad tolleaegset elu. Samuti olid juba kujunenud ka kunstlikud elamud, esialgu küll vaiadele vete kohta (vaia-ehitused), et paremini kaitstud olla kiskjate metsloomade eest. Tekkisid vaiakülad, kus elamud koondunud kindla plaani järele. Just jõgedest ja järvedest on leitud palju köögijäänuseid. Vete äärde sundis kiviaja inimesi asuma ka kalastamise võimalus. Nii näeme kodumaal kiviaja leiukohti täpsalt tähistavat Peipsi ja Võrtsjärve endist randjoont. Samuti on lugu ka Saaremaal, kus kiviaja leiukohad asuvad praegusest rannast kaugemal, endisel randjoonel; kuid tolleaegne inimene kasu-

tas elamuna ka koopaid või asus väikestes ümmargustes onnides, mis tihti moodustasid kindlustatud külasid. Leidude järele võib otsustada, et uuema kiviaja inimene polnud mitte ainult kalastaja ja kütt, vaid osalt ka karjastaja ja põlluharija. Neoliitilise inimese mälestusmärkidena esinevad ka määratu suured hauaehitused (dolmenid jt.). Kodumaa leiud (Võisikus — Kolga-Jaanis; Kundas; Pärnu jões — Reiu jõe suubumiskohal; Kõljalas — Saaremaal jm.) kuuluvad nooremasse kiviaega.

Uuemale kiviajale järgneb pronksiaeg, lühikese vasest tarbe-riistade valmistamise ülemineku-aja järel. Pronksist valmistatud tööriistad olid juba palju soodsamad ja lubasid toleaegele inimesele suurema hooga jätkata karjakasvatust ja põlluharimist. Ka elamute valmistamine arenes; neid tehti juba jämedaist palkidest ja mitte enam savist või punutud okstest. Tekkisid isegi suurekogulised linnad ja elav kaubitsemine. Pottide ilustamine avaldab palju suuremat maitset. Valmistatakse isegi savitahvlike si kirjaga (kiilkiri). — Kodumaal on pronksiaja leidusid vähe, mis lubab oletada, et siin iseseisvat pronksiaega pole olnud, vaid asjad on mujalt sisse kantud.

Viimane aeg on raua-aeg, mille vanem osa, kus valatud raua tarvitati, kodumaal ainult lühikest aega kestis. Raua tarvituselevõtmine on avanud inimesele täielise võimaluse kultuuriliseks arenemiseks.

Inimkonna liigestus. Inimkond moodustab, üksikute liikmete kehalise ja vaimlise erinevuse peale vaatamata, terviku. Selle kaaluvamaks tõestuseks on kõigile inimestele omane vaimline andekus ja artikuleeritud kõne võime. Arvestades aga erinevaid kehalisi ja vaimlisi lahkuminekuid, mis on tekkinud välimiste ja sisemiste arenemistingimuste mõjul, võime inimkonda siiski liigestada tõugudeks ehk rassideks. Tõugude tekkimise põhjustena nimetame 1) välist miljööd, kuhu kuuluvad geograafilised tegurid (maapinna ehitus, asend, kliima jne.) ja ajaloolised (kultuuriline mõju, liiklemine jne.) ning 2) sisemist miljööd, mis avaldub vaimlises andekuses.

Et pealuu suurusel ja kujul suur mõju on inimese arenevise peale, siis on seda rahvaste liigitamisel ka aluseks katsutud võtta. Pealuu ruumalast, mis kõigub normaalinimese juures laialdastes piirides (1000—2000 sm³), me siin kõnelema ei hakka,

vaid enam kujust, mille peatunnusteks on pealuu piki- ja põigi- läbimõõt. Pealuud mõõtes otsa eest kukla taha mööda rõhtjoont saadakse piki-läbimõõt. Põigi-läbimõõd võetakse kõige laiemast kohast esimesele joonele risti ja avaldatakse ‰ piki-läbimõõdust. Nii saadakse laiuse näitaja. Inimesed, kelle pealuu laiuse näitaja kõigub 74 ja 78 vahel, kui pikiläbimõõduks on võetud 100 (74‰—78‰ piki-läbimõõdust), on keskkealised (mesokefaalid); on laiuse näitaja 58—74, siis saame pikapealise (dolihokefaalse) inimese ja suurema näitaja (78—98) korral lühipealise (brahhükefaalse) inimese.

Teiseks tähtsamaks tõutunnuseks loetakse nahavärvi. Selle järgi saame järgmised rahvaste tõud:

1. Vahemere tõug, mis Vahemere läheduses üle kolme ilmajao on levinud ja millesse kuulub umbes 935 milj. inim. Aasias on semiidid ja Ees-India aaria rahvad, Aafrikas — hamiidid ning Euroopas — indogermaanlased. Euroopas asuvaist rahvastest eristame kolm alamtõugu: 1) Vahemere alamtõug, tumeda nahavärviga, mustade kruuksus juuste, tumedate silmade ja keskmise kasvuga; 2) Põhja-Euroopa alamtõug, heleda, peaaegu valge nahaga, sinisilmade, heledate lainealiste juuste ja kõrge kasvuga; 3) Ida-Euroopa alamtõug, mustajuukseline ja tumedasilmaline segatõug.

2. Mongoli ehk turaani tõugu kuulub umbes 500 milj. inimest, kes peaaegalt Aasiat rahvastavad. Selle tõu tunnuseks on toodud kõrgeid põsenukke, kitsaid ja vähe viltuseid silmi, hõredat habemekasvu, osalt kollakat nahavärvi ja tumedaid juukseid. Selles tõus leiame mõned erinevad tüübid, nagu hiina tüüp — pikapealine ja karedajuukseline, kuhu kuuluvad hiinlased, jaapanlased ja korealased; türki tüüp — lühipealine ja vahemere tõust segatud, elab Kesk-Aasias; päris mongoli tüüp — ülilühipealised ja kitsaste silmadega rahvad põhjapoolses Aasias (kalmükid, burjaadid jt.). Turaani tõugu kuuluvaiks on arvatud ka soome-ugri rahvaid, nimelt soomlasi, eestlasi, ungarlasi ja teisi, olgugi et nad valgenahalised ja ka nende teised kehalised tunnused ei erine Põhja-Euroopa alamtõu tunnustest. Viimane asjaolu on põhjuseks olnud, ei mõnede teadusmeeste poolt on loetud soome-ugri rahvaid just nimetatud Põhja-Euroopa alamtõugu.

3. Neegritõug (125 milj.) võtab oma alla peaaegu kogu Aafrika, kus ainult põhja- ja lõunaosas esinevad veel teised rahvad. Neegritõugu rahvad on pikapealised, keskmise kasvuga, musta nahaga, tugevate lõualuude ja paksude huultega. Keeleliselt jagunevad nad kaheks rühmaks — sudaanneegrid ja bantunneegrid. Eurooplased on neid orjadena asustanud Ameerikasse, kus nad nüüd suure % rahvastikust moodustavad.

4. Malai-polüneesia tõug levib peaaesjalikult Lõuna-Aasia saartel; mandril asuvad nad ainult Malakka poolsaarel, kuhu nad nähtavasti sisse rännanud. Põhja pool asustavad nad veel Formoosa ja Filipiini saari, läänes ulatuvad nad Madagaskarile ja idas Polüneesia saarestikku. Oma kollakas-pruuni nahavärviga tuletavad nad meelde mongoli tõugu, kuid erinevad neist villaste juuste, ümmarguse näoga. Nende üldarv tõuseb 60 miljonini.

5. Paapua-melaneesia tõugu kuuluvad pikapealised, tumedanahalised ja väga lahkumineva kasvuga rahvad Uues Guineas, Melaneesias ja Mikroneesias. Nende arv ulatub 2—3 miljonini.

6. Ameerika tõugu (37 milj.) rahvad on punaka kuni punakaspruuni nahaga, mustade juuste ja suure kasvuga; pealuu kaju vaheldub ülipika- ja ülilühipealise vahel. Nad levivad üle terve Ameerika, alates põhjanaba joonest.

7. Austraalia tõug asub Austraalia mandril ja vareminki Tasmaanias, kus ta nüüd välja surnud. Need on pruuninahalised ja pikapealised, alles madalal arenemisastmel seisvad rahvad. Nende arv küünib vaevalt $\frac{1}{2}$ miljonini.

8. Draviidi tõug (65 milj.) Dekanis ja Tseilonil. Nad on väikese kasvu, mustade juuste ja tumeda nahaga.

9. Aafrika algtõud, kuhu loetakse hottentotte ja võsamehi L.-Aafrikas. Käabuskasvuga (130—150 sm) ja pikapealised ning väga madalal kultuuriastmel seisvad rahvad.

Kõrva kehaliste tunnustega on inimkonna liigitamisel silmas peetud ka vaimlisi omadusi ja nimelt nende väljendamisviisi — keelt. Keelte järele liigitades saame rahvad, 1) kes räägivad ühesilbilist keelt, nagu hiinlased, siiamlased jt., 2) kes kõnelevad liitvaid (agglutineerivaid) keeli, nagu eestlased, soomlased, madjarlased, türklased jne.; 3) polüsüntetiilisi

keeli kõnelevad rahvad: draviidid, austraallased jt.; 4) taib-
tüvelisi keeli kõnelevad rahvad, nagu inglased, sakslased, vanad
roomlased, kreeklased jne.

Elamisala.

Laiali lagunenu peale terve maakera, on inimene vallanud laialdase elamisala ehk ökumeeni. Vanad kreeklased, kes maakera jaotasid rahvastatud ja rahvastamata osadesse, tähendasid nimetusega ökumeen rahvastatud ja haritavat maa-ala. Praegusel ajal mõtleme me elamisala all mitte ainult maismaa pinda, vaid ka merd, kus inimene korrapäraselt liigub ja vältavat aega elab. Meri on ju ülitähtis liiklemisväli ning alaline inimeste hulk merel pole mitte väike.

Ühes kultuuri kasvamisega laieneb ka elamisala ja leidustea-
ajast saadik on ta vähemalt kolmekordselt suurenenud. Praegu arvatakse elamisala alla umbes 420 milj. ruutkilomeetrit maakera pinda, s. o. umbes 83% tervest maakera pinnast. Ent oma füüsilise loomuse ja kohanemisvõime tõttu võib inimene veel kaugemalegi üle praeguse elamisala rajade tungida. Võib ju inimene kannatada troopikamaade kõrget kuumust kui ka nabamaade karedaid külmi, pole võimatu inimese asumine ka nabadele ja kõrgmägedele. Viimasel kohal on takistuseks peale madala t^o ka õhu hõredus ja hapniku vähesus, kuid ka selle takistusega võib inimene kohaneda. Ainsaks takistuseks on toitealade puudus neil kohtadel.

Elamisala põhjapoolne piir läheb mööda 70° p.-l. üle P.-Ameerika saarte, pöörab 90° läänepikkuse all järsku veel enam põhja poole ja piirab Baffini- ja Gröönimaad kuni 78° p.-l. Viimase läänerrannikut kaudu kaldub ta uuesti lõunasse ja läheb põhja poolt Islandi saart, Skandinaavia poolsaart Vaigatši väina kaudu Aiasse, eraldades seal väljapoole Taimõri poolsaare põhja-osa ja Uue Siberi saari.

Õunapoolne piir läheb L.-Ameerikas 56° l.-l., piirab Austraaliat, Tasmaaniat ja Uut Meremaad ning ulatub Vaikses ookeanis kuni 36° lõunalaiuseni. Kõrguste suhtes tõusevad inimese elamud Boliivias ja Peruus ümmarguselt 4000 m:i ja Tiibetis koguni 5000 m üle merepinna. Seespool elamisala piiri leiame siiski ka

kohti, mida inimene veel pole asustanud, nagu kõrved, sood, kõrgmäed jne. Nii leiame Pärnu- ja Virumaal laialdasi soo- ja metsa-alasid, kuhu inimene pole suutnud veel asuda. Peataktis- tuseks on siin raskus toidu muretsemises.

Inimeste arv ja rahvastiku tihedus. Inimeste arv ulatub maakeral praegu (1920. a.) umbes 1735 miljonini. Täpsat arvu on muidugi võimatu kätte saada, sest poolkultuuriliste ja loo- dusrahvaste juures puudub üldine rahvaste lugemine, mis ainult Euroopas perioodiliselt kordub. Üksikutes ilmajagudes elas 1920. a. järgmiselt inimesi:

Euroopas	460 milj. inim.;	1 km ² peale	tuleb	46 in.
Aasias	920 " "	1 " "	" "	22 "
Aafrikas	135 " "	1 " "	" "	4,5 "
Ameerikas	212 " "	1 " "	" "	5 "
Austraalias ühes Okeaniaga	8 " "	1 " "	" "	1 "
Nabamaades	0,015 " "	— " "	" "	— "
Keskmine rahvastiku tihedus maakeral	1 " "	" "	" "	11,5 "

Elanikkude arvul on suur tähtsus teatava maa-ala kultuuri- lise arenemise kohta. Eriti on tarviline suur rahvastiku tihedus, mis tingib hoogsama majanduslise ja ka vaimlise arenemise. Sel- gemini paistab see silma, võrreldes üksikute Euroopa riikide rah- vastiku tihedust.

Üksikutel maa-aladel, kus rahvastiku tihedus suurem kui elatusvõimalused, kujuneb elanikkude rändamine teise paika, kus soodsamad ja avaramad tegevusvõimalused. Sünnib see rända- mine ja elukoha vahetamine ainult teatava riigi piirides, siis nime- tame seda siserändamiseks. Siserändamisega ei kaota riik tööjõu ega ka muus mõttes. Siin sünnib ainult vajaline elanik- kude ümberrühmitus tööstusliselt arenenud ja arenemata alade vahel.

Hoopis vastupidine on väljarändamine, mis riigi piiri- dest tõmbab välja tublima ja elujõulisema elanikkude osa. Riik ei kaota väljarändamisel mitte ainult hulka töö- ja sõjajõudu, vaid saab ka varanduslist kahju, olgu et väljarändajad endiga kaasa viivad hulga varandust või et riik nende kodanikkude kasvatamise, hariduseandmise jne. peale palju on kulutanud. Sellepärast ei näe riigid mitte hea meelega väljarändamise kasvamist. Uuemal ajal on Euroopast suurel arvul rahvast välja rännanud. Ainult

P.-Ameerika Ühendatud riigid on (1821.—1913. a.) vastu võtnud enam kui 30 milj. eurooplast.

Inimese asulad maastikus. Maastikus, kus inimene asumas, esinevad ka ta eluasemed — elamud. Maastikus mõjuvad elamud nii iseendi kui ka õuede vormidega, asendi ja rühmitusega.

Põhivormidena ilmuvad elamud ja nendega seotud õued, kuna asulad rühmvorme moodustavad.

Elamuid liigitatakse 1) loodus- ja 2) kunstelamuteks. Esimeste valmistamisest pole selles elamus varju otsiv inimene ise mitte osa võtnud, vaid ta kasutab looduse poolt valmistatud ruume. Varemil ajal oli looduselamute tarvitamine üldine, nüüd teevad seda ainult kultuuriliselt mahajäänud kütt- ja karjakasvatajad rahvad. Looduselamute mõttes kasutatakse 1) varjukaljused, s. o. üleulatuvaid kaljuservi; 2) koopaed (vanal kiviajal); 3) kaljupragused ja tihedaid põõsaid (võsamehed).

Kunstelamutena ilmuvad 1) maaelamud, mis kaevatud maasisse, nagu Hiinas lössis); 2) telgid, kolijatel rahvastel; 3) tuulevarjud — maasse tolgatud keppide vahele punutud rohi ja oksad võsameeste juures ja 4) alalised elamud, mis valmistatud väga mitmesugusest materjalist ja erinevas vormis. Siia kuuluvad püsivad elamud, nagu rohu, savi, turba või okstega kaetud poolkera-onnid (Kongo jõe ääres), poolekslõigatud tündritaolised rübionnid (Okeaanias), tasase savist, rohust jne. laega kastonnid (Ida-Aafrikas), vaiadele ehitatud varjukatused (L.-Ameerikas, nagu meil heinakuhjade kaitseks); ümmargustest tahumata palkidest ehitatud kelp-, viil- või poolviil-katusega tared, kivist ehitatud elamud jne.

Elamute juures olevast muust maa-alast aia, müüri või teisel teel eraldatud maatükikest kutsume õueks. Tavalisemal juhusel ehitatakse elamu lähedale rida teisi vajalisi kõrvalhooneid, nagu aidad, laudad jne. Need hooned on ikka õuega seotud, moodustavad õuehooned. On elamu nii asetatud, et õu teda ümbritseb, siis on meil tegemist ringõuega. Õue vorm võib olla siin ükskõik missugune. Keskõue juures on elamu ja kõrvalhooned asetatud veere poole ja õu nende vahele. Säärane õuesüsteem on harilik just kodumaal. Tihti on elamu ehitatud

vastu teed, kuna õu selle taga asub, siis on meil tagaõu. Vastandjuhusel, kui õu on vastu teed ja elamu seda teiselt poolt piirab, saame eesõue. Kaksikõue puhul eraldab elamu õue



121. joonis. Kurista ja Ahjametsa hajaküla Tartumaalt. Koguteos „Tartumaa’st“.

kaheks osaks, olgu taga-, ees- või otsõueks. Villade, suvilate jne. juures täidab õue aset tihti rohtaed — aedõu. On õu igalt poolt kinnine, kas hoonetega või aiaga piiratud, siis esineb meile sulgõu; juhusel, kui õu kuskilt poolt lahti on, saame avaõue.

Asulad. Elamud ja õued on maastikus põhivormid. Ühinevad elamu ja õuega veel põllud ja muud kasutusalad, siis kujuneb meile talu, mis samuti põhivorm. Asub elamu teistest eemal, kesk metsi, soid jne., siis on meil erak-elamu, mille ümber võivad leiduda põllud, niidud jne., või need võivad ka puududa. Erak-elamutena esinevad ka seepärast mitmesugused vahimajad, jaamad, koolimajad, vallamajad jne. Kuid harilikult koonduvad elamud asulaiks — küladeks ja linnadeks. Linn erineb külast suurema elanikkude hulgaga, mitmesuguste asutuste, avalikkude platside ja eeskätt just iseäralise sisemise korraldusega — omavalitsusega.

Elamute asendi järele nimetame küla: 1) hajakülaks (121. joonis), kui elamud asuvad teataval maa-alal laiali pillatud, kuid siiski niivõrt tihedalt, et neid ühiseks rühmaks, asulaks, võib lugeda. Kodumaal leiame õige sageli just hajakülasid. Nad on meil peaaegu valdavas enamuses. See asustamise viis näib kõige enam vastavat meie rahva iseloomule. Ta pakub ka hulga majanduslisi paremusi selle tõttu, et kõik maad on kergesti kättesaadavad, ülevaadatavad ning rippumata naabreist. Ka aitas hajakülade tekkele kaasa see asjaolu, et laasmaistute kultuurmaistuiks muutmine sündis laigu-



122. joonis. Koosa sumbküla Tartumaalt. Koguteos „Tartumaa’st“.

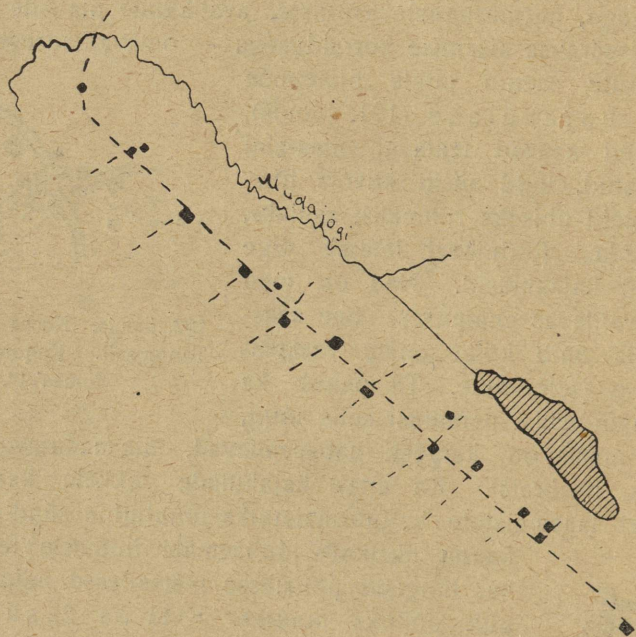


123. joonis. Suur Kolki tänavküla Tartumaal. Koguteos „Tartumaa’st“.

kaupa üksikute jõulisemate inimeste tegevusel, kes tungisid põlistesse metsadesse, neid järkjärgult põlluks muutes. Kuid ka 2) sumbkülad (122. joonis), kus elamud ja õued ilma kindla korrata, kõverate tänavate ja teede ääres tihedalt koos, pole meil haruldased. Neid piiravad tavaliselt põllud, koplid, karjamaad ja niidud. Haruldasemad on meil 3) sõõrkülad, kus elamud ja õued on koondunud suurema platsi ümber, kuhu tihti ainult üks juurdepääs. Tihedalt leiame seesuguseid külasid Ida-Saksamaalt ja ka Venemaalt.

Samuti harva esinevad meil ka 4) tänavkülad (123. joonis). Tänavkülas on elamud valdavamalt tagaõuega ja asetatud otse

kahele poole tänava veerele, üksteisele vastamisi. Venemaal on see külade vorm kõige sagedam, meil ainult siin-seal (peipsiäärsed vene külad, Vana küla Keila läheduses). 5) Tõstandusküla on tänavküla taoline, kuid üksikud elamud pole asetatud mitte korrapäraselt tee äärde, vaid on segamini kas kahele poole jõge, orgu jne. paigutatud, kusjuures õuede taga asuvad põllud ning niidud ja igast elamust oma ette tee välja viib. 6) Ahelkülas (124. joonis)



124. joonis. Pupastvere ahelküla, Äksi kihelkonnas. Koguteos „Tartumaa'st“.

on elamud asetatud tee äärt mööda, kuid mitte vastastikku ja tihedalt. Elamute vahel võivad olla aiad ja põllud. Lõuna-Tartumal ja harvemini ka mujal on kujunenud omapärane küla vorm, mida nimetame hagukülaks (125. joonis). Ses asuvad elamud hajusalt piki suuremat külavahe-teed, kuid mitte otse tee veerel, vaid natuke eemal, nii et elamusse viib sellelt teelt õuete, mis tihti servatud pajudest, pärnadest jne. Sageli kohtame ainult

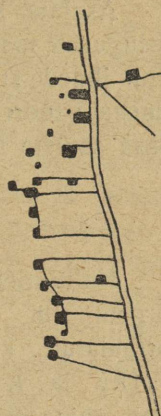
ühe poolega haguküla, kus elamud asuvad nimetatud viisil ainult ühel pool külavaheteed. Mõnikord kohtame ka küla, kus elamud on koondunud ühele poole teed üksteisele lähedale, siis moodustub ridaküla (126. joonis).

Suuruse järele võivad külad olla väikesed kääbuskülad, kus 4—5 elamut paarikümne hingega ja kasvada suurteks hiigelküladeks, kus 60—80 talu ja mõni sada elanikku. Linnad erinevad küladest, nagu teame, ka suurusega. Linnu, mille elanikkude hulk ulatub 20 000 in., loeme väikelinnadeks, 20 000—100 000 in. linnad on kesklinnad, kuni 1 000 000 elan. — suurlinnad ning üle miljoni elanikuga linnad hiigellinnad.

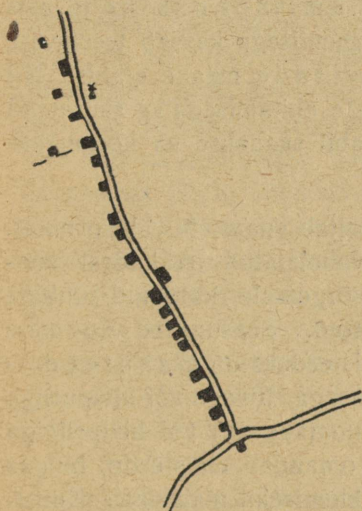
Elamute asetuse järgi on linnad enam sumblinnad. Ainult uema aja linnad on planeeritud ruutlinnad, kus tänavad kõrvu lähevad või risti lõikuvad. Kodumaal on säärase plaanijärele ehitatud Paldiski linn. Välismaal, nimelt Ameerikas tuleb ruutjaid linnu väga

sageli ette. Neis linnades mõeldi saavutada sel teel kergemad ja kiiremad liiklemisvõimalused ja paremad tervishoiulised tingimused. Kuid kogemused näitavad, et see nii ei teostunud ja uuemaid linnu katsutakse plaanistada ka arjate linnadena, kus paljud tänavad on kaared, mida ühendavad radiaalsed tänavad.

Vanad sumblinnad on kasvanud harilikult endise kindlustuse ümber, mis südalinna (city) moodustab. Südalinna koondub äriline elu, see on ärila, kuna perekondlik ja isiklik elu valgub enam linna veere poole. Mida paremad on neis linnades liiklemisvõimalused, seda kergemini laguneb ka linn pinnaliselt laie-



125. joonis. Ühepoolse Haguküla Tartumaal. Koguteos „Tartumaa’st“.



126. joonis. Ridaküla Põhja Tartumaal. Koguteos Tartumaa.

male, kusjuures südalinna kaju ka liikumise suurusest ja elavusest oleneb ning sellele vastavalt muutub.

Asulate kaju ja levimise peale avaldavad suurelt mõju mitmesugused maastikulised ja majanduslised tingimused. Maapinna kaju, jõgede suund, mäed, orud, merede lähedus, tööstuseks tarvitaminevate tooresainete rohkus, poliitilised olud jne. — kõik mõjuvad kaasa asulate tihedusele, suurusele ja arenemisele ning kujule.

Liiklemisteed.

Kultuurielu avaldusena esinevad ka liiklemisteed, ja mida kõrgem on rahvastiku kultuuriline seis, seda paremini on korraldatud ka liiklemisolud. Liiklemisteedid jaotame looduslikeks ja kunstlikeks. Looduslike teede all mõistame sääraseid teid, mille korraldamisest pole osa võtnud inimene. Seesuguste hulka kuulub esimeses järjekorras suurem osa veeteid (mere-, järve- ja ka jõgedeteed), kuid ka paljud maisteed, nagu jalgrajad, ratsateed, ratasteed jne. Looduslised teed on kergemalt läbiviidavad neil aladel, kus puuduvad mitmesugused looduslised takistused, nagu vähe orustatud mäed, suured sood, ürgmetsad jne. Neid maid nimetame liiklemissoodsaiks ja kergesti teestavaiks maadeks. Tehnika arenemisega kasvab teestavate maa-alade hulk ja väheneb liiklemisvisade maade ulatus. Nii muutuvad moodsate raud- ja betoonsildade ehitamisega ka suuremad jõed kergesti ülepäästavaiks, tunnelite abil saadakse ka kõrgmägedest üle jne.

Kunstteede korrashoidmine tarvitab enam või vähem hoolt. Maisteedest leiame haluteid, mis valmistatud pakkudest soodesse, muldeteid, mis ümbrusest kõrgemale kuhjatud mullast või kividest ja äärekraavidega varustatud. Seesugused on meie külavaheteed. Paremateks liiklemisteedeks on maanteed — kiriku- ja postmaanteed, mis peene kruusaga, liivaga või kivipuruga sillutatud, ja kiviteed, mis kividega (linnatänavad) või kiviprügiga kivitatud. Eriliselt suure tähtsuse omandab maisteede hulgas aga raudtee, kui kiirem võimalus liiklemiseks maismaal. Kunstteed tarvitavad alalist hoolitsemist. Jäetud järelevalveta, metsistuvad nad kiirelt ja muutuvad tarvitamiseks kõlbmatuks.

Liiklemisteede vormid. Tingitud geograafilistest oludest omavad erimaa-alad ka omapäraseid liiklemisteede vormid ja nendega seotud liiklemisviisid; neist võime märkida järgmisi:

1. Jalgrajad ja kandeliiklemine. Jalgrajad, kui liiklemisteede vorm, on Euroopas ja laiadel aladel ka Ameerikas ammu surutud kõrgmägedele, kuid troopilises Aafrikas, Aasias ja Austraalia Aasia saartel on need teed veel praegu pea ainsad. Kitsaste paeladena silmusklevad need läbi troopiliste ürgmetsade ja rohtlaante, kerkivad mööda järskede oruveere kõrgeile mägedele ja laskuvad sealt alla. Neid kitsaid teid võivad kasutada ainult hanereas minevad inimesed, seepärast on mitmesuguste kaupade edasisaatmine neil teil võimaldatud ainult kandmise teel. Pikas reas liiguvad seal kandjad, seljas, peale mõnepäevase toidu, tarvilikkude asjade ja vahetuskauba söögimuretsemiseks, 25—35 kg edasisaadetavat kaupa; neid saadavad teejuhid, ülevaatajad ja sõdurid kaitseks. On enesestki arusaadav, et sääraseid killavoorid üliaeglaselt edasi jõuavad ja ainult kuiva aega liikumiseks peavad kasutama.

2. Radateed ja radaliiklemine. Kuivad kõrvealad Vanas ja Uues Ilmas on pea täiesti teestamata. Liiklemine neil aladel on võimaldatud kõige pealt just kaamelite abil, kelle levimisala Vanas Ilmas ühtib kõrve- ja soolasteppide alaga. Kaubaga koormatud kaamelid liiguvad reas, saadetud relvistatud sõdureist ja teejuhist. Nende kandesuurus ulatub 150—200 kg ja liikumise kiirus kuni 30—50 km päevas (4—5 km tunnis). Karavaanide teed sarnanevad mitmeti jalgradadega, kuid lendliiva-kõrbedes kaovad nad sageli hoopis ja liikumissihti tuleb hoida tähtede ja päikese järele või seda märgivad koolnud loomade luitunud luud. Aasia ja Lõuna-Ameerika kõrgmägede aladel on iseloomulised teised kandeloomad, kes paremini kohanenud kõrgmägede kliima ja toitlusoludega. Aasia kõrgmikkudel ja kõrgmägedel on seks loomaks jakk, Andides aga laama. Tähtsate kandeloomadena esinevad radaliiklemises ka hobune, eesel ja hobueesel. Hobune on kandeloomana tuntud L.-Ameerikas, hobueesel Hiinas ja eesel Väike-Aasias, Persias jne.

3. Saani- ja vankriteed ning liiklemine neil. Aasta läbi on saaniliiklemine võimaldatud ainult polaarvöös tundra aladel, kus suvel pehme sammal ei tee liiklemisele takistust. Veoloomadeks on seal põhjapõder ja koer. Parasvöö põhja-

poolses osas on saan sõidu- ja veoriistana kasutatav ainult talvel. Paljudes kohtades on ta halbade suve- ja läbipääsmatute kevade- ja sügisteede tõttu ka ainsaks liiklemisvahendiks, nagu Siberis. Saaniteed ei tarvitse inimese hoolitsemist. Sama lugu on ka loodusliste ratasteedega nii meil kui mujal. Vajaline on ainult tugev veoloom, kellena sageli kasutatakse just härja. Lõuna-Aafrikas, Ameerikas jne. on seepärast vankri ette 10 ja enam paari härgi rakendatud ning nad võivad koormaid vedada üles järskudele kõrgendikkudele ja hädaohuta sealt alla laskuda. Kahe rattaline härja- või pühvlikäru, mis tavaline sõiduriist Lõuna-Indias, on tarvitusel ka Lõuna-Euroopas.

4. Maanteed. Kiiremaks vankriliiklemiseks on tarvilkud ikkagi kunstteed — külavahe- ja maanteed. Kunstteede valmistamist tuleb lugeda ülitähtsaks teguriks rahvaste kultuurilises arenemises. Esimesed kunstteed tekkisid väga ammu Baabülonis, Egiptuses ja Hiinas, kus nende korrashoidmine erilist tähelepanu leidis. Sama suurelt hoolitseti maanteede eest näiteks ka Persias ja pärastpoole Rooma riigis. Alates keiser Augustusest peale katkus Itaalia õige tiheda maanteede võrguga, mis osalt ka väljapoole ulatus. Keskaeg viis teed halba seisukorda ja liiklemine neil oli seotud suurte raskustega. Uuemal ajal algab teede korraldamine Napoleoni aegu, kus sõjaretkeil oli vaja häid teid kiireks edasi liikumiseks. Praegu katab Euroopat ja osalt Ameerikat õige tihe maanteede võrk, mille vahele põimub veel külavahe-teede silmus.

5. Vesiteed. Loomulikeks vesiteedeks on jõed ja järved (sise-vesiteed) ning mered (välis-vesiteed). Vesiteed olid tuntud juba väga vanal ajal. Kuid juba siis kujunes püüd ka vesiteid korraldada ja paremustada. Selleks süvendati, laiendati ja sirgendati jõgesid, ehitati peatuspaiku ja valgmaid alustele jõgedel ja järvedel ning sadamaid meredel, kaitstes neid mere tuulte ja tormide ning liivastumise eest. Nii muutusid loomulikud vesiteed aegamööda kunstlikeks.

Järvede tähtsus liiklemises on kohaline ja piiratud, see suureneb ainult sel juhul, kui järv seotud on veel laevatavate jõgedega. Suurema tähtsusega liiklemises on jõed, eriti lausmail, kus nad sügavamad ja ühtlasema veehulgaga. Iseäranis tähtsad liiklemisele on need laevatavad jõed, mis avanevad ookeani või ääremeredesse, nagu seda on Amatsooni jõgi, Hiina suuremad jõed jne. Viimane maa

on iseäranis silmapaistev oma vesiteedega, kuna teised teedevormid omavad ainult kõrvalise tähtsuse.

Eestis on sise-vesiteed võrdlemisi teiste teedevormidega väheste tähtsusega. Laevatavad on Peipsi- ja Võrtsjärv ning neid siduv S.-Emajõgi. Peale selle võivad laevad liikuda veel Narva jõel ülal- ja allpool juga, Pärnu jõel lühemal ulatusel ja Ahja jõel. Kõik need vesiteed kannatavad mõnegi puuduse all: jõed on paiguti väheveelised ja madalad, kärestikulised ning suud liivastunud. Neil puudub, peale Pärnu ja Narva jõe, ka otsene ühendus merega.

Kunstlikest vesiteedest teenivad erilist tähelepanu kanalid, mis võivad siduda jõgesid ja järvi üksteisega, või meredega, või meresid üksteisega. Kanalid olid tuntud juba ammu, nagu 1100 km pikkune Hiina „Keisri kanal“, mille kaudu P.-Hiina pealinn Peking varustus toiduainetega. Sama tähelepanu väärilised olid kanalitööd ka Baabülonis, kus nad Eufraati ja Tigrise jõge sidusid. Euroopas algas kanalite ehitamine 14. aastasajal ja nimelt Prantsusmaal. 1681. a. valmis seal Canal du Midi, oma aja suurimaist kanaleist, mille tähtsus aga nüüd pea täiesti kadunud. Nimetatud kanal, varustatud hulga vesivärvatega, ühendab Vahemerd üle 130 m kõrguse veelahkme Atlandi ookeaniga. Nobe kanalite ehitamine Euroopas ja Ameerikas kestis kuni 19. a.-s. esimese pooleni. Selle põhjuseks oli hilju tärganud suurtööstuse hoogu võttev arenemine, mis vajab suurte tootesainete-hulkade odavat edasisaاتم. Erilise väärtuse omandavad aga kanalid Hollandis (miks?), kus nende pikkus (5200 km) ülib raudteede pikkuse (3400 km). Sise-vesiteed on teistest mandri teevormidest majandusliselt odavamad. Nende ehitamine vajab, eriti kanalite puhul, rohkeid kulusid, kuid nende korrashoidmine, liiklemisabinõud ja teenijad tulevad seda odavamad. See asjaolu võimaldab ka kaupade odavamat edasitoimetamist, mis tööstuslises võistluses suure tähtsusega. Euroopa sise-vesiteede pikkus ulatub 90 000 km, millest ligi 2000 km kanaleid. Vesiteede-kehvad on Euroopa mägismaad ja veevaene Lõuna-Euroopa. Põhja-Ameerikas on vesiteid 45 000 km, milles 6000 km kanaleid.

Liiklemise kõrval sise-vesiteil on juba väga vanal ajal tähtsal kohal olnud ka liiklemine välis-vesiteil — meredel. Aluste arenemisega on liiklemine meredel ikka enam ja enam kasvanud. Sellele on kaasa mõjunud ka see asjaolu, et liiklemine merel pole seotud

eatud kindla suunaga, vaid sünnib pinnaliselt: ulgumerel otsib iga laev omale ise teed, seda merikaartide järele kahe lõpp-punkti vahel kindlaks määrates.

Vesiteede suurejoonelisem kasutamine algab auru tarvitusele võtmisega. Robert Fultoni ehitatud esimene aurik tegi oma esimese sõidu 1807. aastal. Juba 1819. a. oli aurik niivõrt arenenud, et juleti ette võtta esimene üleookeani-reis, mis kestis 26 päeva. Sest ajast peale on aurik ikka enam ja enam arenenud, muutudes raskelt ja aeglaselt liikuvast ratasaurikust moodsaks kiiraurikuks, mis varustatud mitmekümnetuhande hobusejõuliste masinatega ja ehitatud rauast ning terasest. Samuti on kasvanud ka aurikute kandejõud. Kui keskaegsed laevad kandsid vaevalt 250 tonni, kannavad nüüdsed ookeani-hiiglaaurikud 50—60 000 tonni, omandades sealjuures 25 sõlme kiiruse¹⁾ ja sõjalaevad isegi 36 sõlme ehk ümmarguselt 65 km tunnis.

Aurikute kõrval pole kaotanud väärtust ka purjekad, eriti lähemal ulatusil ja rannaäärseil sõitudel, kuid ka kaugsõitudel on neil veel kaubaveos võrdlemisi suur tähtsus. Nii toovad nad Ameerikast ja Austraaliast Euroopasse vilja, liha, villa, salpeetrit jne.

6. Raudteed. Raudteede ehitamine algas 19. a.-s. Inglismaal. Esialgul tarvitati vagunite vedajatena hobuseid. Pööre raudteede ehitamises sündis G. Stephensoni leiduste mõjul. 1825. a. ehitas ta esimese veduri, mille tarvitusele võttis Stocktoni ja Darlingtoni vahel. 1829. a. avatakse raudtee-liikumine Manchesteri ja Liverpooli vahel, ning siit peale algab raudteede nobe kasvamine ja kõige pealt just mandril ning hiljemini alles Inglismaal.

Saja aasta jooksul, mis möödunud esimese raudtee ehitamisest Inglismaal, on tihe raudteede võrk põiminud kõiki kultuuririike. Raudteed ulatuvad Mont Blanc'i kõrgusele (Andides), lume ja jää regioonidesse (Jungfrau tee), üle polaarjoone (Murmani ja Ofoteni tee), läbi liivakõrbede, tungivad mägedest läbi (Simploni tunnel 20 km), laiadest jõgedest ja isegi meredest üle (Doonau Czernovoda juures 4 km; Inglismaal Firth of Forth). Üldine raudteede pikkus oli 1920. a. üle 1¹/₄ milj. km, mis 3 korda suurem on kui kuu kaugus maakerast. Raudteel liikumise kiirus ulatub meil 35—40 km, Lääne-Euroopas aga 80—90 km ja P.-Ameerika Ühendatud riikides koguni 115 km tunnis.

1) Üks sõlm 1852 m.

Tihedam on raudtee-võrk Lääne- ja Kesk-Euroopas ning P.-Ameerika Ühendatud riikide kaguosas (vt. allolev tabel).

Raudteed on 100 km²:il:

Belgias	32.5 km	Jaapanis	3.0 km
Saksamaal	12.4 „	Eestis	2.5 „
Inglismaal	12.2 „	Kagu-Euroopas (Balkani pools.)	2.2 „
Prantsusmaal, Hollandis, Taanimaal	10.0 „	P.-Ameer. Ühend. riikide lääneosas	2.2 „
Põhja-Am. Ühend. riikide idaosas	9.5 „	Venemaal	1.8 „
Itaalias	6.1 „	Soomes	1.1 „
P.-Am. Ühend. riikides (keskmine)	4.5 „	Indias	1.1 „
Euroopas (keskmine)	3.7 „	Brasiilias	0.5 „
Skandinaavias	3.4 „	Austraalias	0.5 „
		Hiinas	0.2 „
		Aasias	0.2 „

Riikidest on kõige enam raudteed P.-Am. Ühendatud riikidel — 421 000 km, milline arv kaugelt suurem kui Euroopa raudteede pikkus (365 000 km). Talle järgnevad Venemaa (70 000 km), Kanada (64 000 km), India (60 000 km) ja Saksamaa (58 000 km). Vähem on arenenud raudtee-võrk Austraalias (35 000 km) ja Aafrikas (50 000 km). Raudteist on tähtsamad need liinid, mis ulatuvad läbi terve mandri, selle ääreosasid sidudes. Säherdune on Euraasia tee, mis Lissabonist läbi Madridi, Pariisi, Berliini, Moskva ulatub Tšeljabinskini, kus ühineb Siberi raudteega. Arvame Siberi raudtee siia juurde, siis saame raudtee, mis ligi 14 000 km pikkuselt ulatub Atlandi ookeani kaldalt läbi kahe mandri Vaikse ookeani kaldale Vladivostokis. Selle tee sõitmiseks on vaja 15 päeva katkestamata sõitu. Sama tähtis tee on Euroopas ka Oriendi raudtee, mille üksikud harud algavad Calais's, Ostendes, millega liituvad Inglismaa raudteed, Narvikus ja Tallinnas, millega liituvad Soome raudteed; kõik need harud ühinevad Budapestis ja siit ulatub see tee üle Belgradi Konstantinoopolini. Konstantinoopoli vastas olevast sadamast — Haidar Pašast — algab Anatoolia raudtee, mille üks haru tuleb Smürnast. Koonias ühineb Anatoolia tee Bagdadi ja Hedschase raudteega. Esimene ulatub Basrani Shat-el-Arabil, teine Mekhani Hedschases,

andes haru veel Egiptusesse — Kairosse. Kairost algab niinim. Kapi-Kairo raudtee, mis tükiliselt lõikab 8000 km pikkuselt läbi terve Aafrika kuni Kapilinnani. Nii saame raudtee-liini, mis algab kaugel P.-Euroopas ja ulatub poolitaja alt läbi Aafrika lõunaotsani. Ainult viimasesest teest pole kõik veel valmis, ning osalt kasutatakse veoks jõgesid. P.-Ameerika Ühend. riikides on tähelepanu-väärivad raudteed, mis Atlandi ookeani randa seovad Vaikse ookeani rannaga. Need on neli niinim. Pacific-raudteed. Nad algavad New-York'ist ja lõpevad San-Franciscos, Los Angeles ja Seattle's. Kanada ülemandri-tee algab Halifax'ist ja ulatub Vancouver'ini. Nende teede pikkus küünib 4000—6000 km ja sõidu-aeg 5—6 päevani. Lõuna-Ameerikas on ainult üks ülemandrine raudtee, mis Buenos Aires't seob Valparaisoga, tõustes Andides 3200 m:i kõrgusele. Austraalia ülemandri-tee on raudtee, mis ühendab Ida- ja Lääne-Austraalia raudteede võrke ning küünib Port Augusta'st Kalgoorlie'ni. Raudtee majandusline tähtsus on ülisuur. Raudtee tõttu on saanud võimalikuks ka sääraсте produktide edasitoimetamine, mis muidu liiga kalliks oleksid muutunud. Nii on vili, puud, kivistüsi, tööstuslised tooresained jne. muutunud ainult raudteede tõttu ilmakaubanduse esemeiks. Varemil ajal tasus end ära ainult toredus- ja kalliskaupade — kalliskivide, kulla, hõbeda, pronksi, merevaigu, purpurriide, siidi, peente kalevite jne. — edasitoimetamine, igapäised tarvidused tuli rahuldada ikka kohaliste ainetega. Tuli neist puudus, siis kannatasid tarvitajad. Eriti selgelt avaldus viimane asjaolu näljahädades, mis olid sagedad, kuna vilja ühest kohast teise ei toimetatud. Ainult raudtee-veo odavus, kiirus ja ainete rikke ja kao hädaohu vähenemine on võimaldanud seesuguste produktide veo.

Nende moodsate liiklemisvõimaluste juures, millele veel juurde tuleb ikka enam ja enam tähelepanu äratav õhulaevandus, on kauguse vahed ajas väga tugevasti lühinenud. Magalhães tarvitas oma ümber- ilma-sõiduks 3 aastat. Nüüd võib seda teha 45 päevaga, kasutades raudteid ja aurulaevu. Kahtlemata lüheneb see aeg edaspidi veel lennukite abil, kuna Atlandi ookeanist ülelend zeppeliiniga kestab kõigest 80 tundi. Aurik tarvitab seks ikka veel 7—8 päeva.

7. Post, telegraaf ja telefon ilmuvad side-abinõudena kultuuri-ilmis ja nende mõju tööstuslise ja majanduslise arenemise peale on vääramatu.

Üldine postiühing avati 1874. a. Bernis. Siis kuulus sesse ühendusse 33 milj. km² umbes 330 milj. elanikku ja 75 000 posti-asutust, mis 1330 milj. kirja ja 94 milj. pakki saatsid. Praegu võtab ta oma alla aga juba 127 milj. km² 1560 milj. elanikuga ja umbes 300 000 postiasutusega, saates igapäev umbes 100 milj. saadetist.

Telegraafiliini pikkus ulatub praegu üle 2 milj. km, millest üle $\frac{1}{2}$ milj. km merealust kaablit. Sädetelegraaf laiendab veel ühendusevõimalusi. Eriti laevadele on ta hädapärane sissesead. Sädetelegraafi maismaa-jaamu oli 1921. a. 1250, peale selle laevade jaamad. Eesti suurem sädetelegraafi-jaam on Rohukülas Haapsalu lähedal, vähemad jaamad aga Tallinnas ja Tartus. Välismaa jaamadest on nimetatavad Eifeli Pariisis ja Naueni Saksamaal. Sise-maalises ühenduses on tähtis ka telefon, mis 1876. a. saadik no-bedasti levis kõigis mais.

Liiklemisteed ei esine mitte ainult kultuurilise ühenduse ja läbikäimise abinõuna, vaid ilmuvad ka maastikku muutvate ja teisendavate teguritena. Raudtee tume pael, servatud ridastatud telegraafipostide ja traadivõrguga, toob maastikku juba ainult oma olemasoluga teise joone, kui oli varemini. Sama lugu on ka teiste liiklemisteedega. Kuid peale selle esineb nende teedega kaasas rida mitmekesiseid teisi korraldusi, nagu elamud, hooned, rongid, laevad jne. Peale selle toob nende teede rajamine ja ehitamine palju muudatusi maastikku, kus seks otstarbeks täidetakse lohke või kaevatakse läbi kõrgendikud, ehitatakse üle jõgede sillad jne. Mida tihedam on liiklemisteede võrk, seda suuremat elavust avaldab ka maastik.

Riik.

Riigi mõiste ja tunnused. Riik on inimeste kaas-lus teatud piiratud maa-alal, kus korraldatud valitsus. Riik seisab koos kahest lahutamata osisest — rahvast ja maapinnast. Inimes-teta maa-ala, samuti ka maa-alata rahvas, ei saa riiki moodustada (mustlased ja juudid). Riik on osa inimkonnast ja maa-kerapinnast. Riigi tunnused on välised ja sisemised. Riigi välistunnuste all mõistame riigi asendit, piire, kuju ja suurust. Sisetunnused rühmitame looduslisteks (maapind, kliima jne.), rahvalisteks ja majanduslisteks.

Riigi välised tunnused.

A s e n d. Riigi geograafiline asend etendab riigi arenemises üli-suurt osa, sest sellest olenevad eeskätt kliimalised tingimused. Nabamaades on vaevalt võimalik riigil tugevaks kasvada. Antarktilises vöös ei leia me sellepärast ka ainustki riiki, ja riigiosad, mis ulatuvad arktilisse vöösse, ei paku neid eluvõimalusi, mis leiduvad samade riikide lõunapoolsetes osades. Need maa-alad on peaaegu rahvastamata ja asupaigaks harvadele kolijatele, nagu seda näeme Norras, Rootsis, Soomes ja Islandis. Viimane riik on pinnaliselt peaaegu 2,5 korda suurem Eestist, kuid elanikke on vähem kui Tallinnas ja needki asuvad peaasjalikult riigi lõunapoolseis osades. Nii kaldub ka neis riikides riikline koondus parasvöö osasse.

Ebasoodsad, olgugi mitte samal määral nagu nabamaad, on riiklikuks olemasoluks ka troopika- ja lähistroopika vöö, eriti just kuivad alad. Vaatamata oma rikkaliku ja küllalise looduse peale, on kliimalised tingimused troopika vöös vaenulised riigi moodustamisele ja arenemisele. Need alad on ka võrdlemisi hõredalt asustatud, sest troopika ürgmetsad on kultuurivaenulised ja teevad takistusi inimese levimisele. Pealegi mõjub troopika kliima rammestavalt ja halvavalt inimese tegevuse peale. Teiseks valitsevad neil aladel suurelt osalt kõrved. Peaasjalikult esinevad kuuma vöö aladel parasvöö riikide kasutusalad. Üksikud siin tekkinud riigid, nagu Peru, Tšiile, Mexiko (loe: Mehhiko) jt., avaldavad elujõudu selle tõttu, et kuuma vöö halvavad mõjud vähenevad mitmesuguste teiste tingimuste õlul (kõrgus üle merepinna, tuuled jne.). Sellega on seletatav omal ajal võrdlemisi kõrge kultuur Mexikos (asteegid) ja Perus (inkad).

Lähistroopilise ala osad, mis ookeani niiskete tuulte mõju-konnas (monsuunialad) ja sellepärast sademeterikkad või jälle selle ala paremini veestatud osad on inimesele kultuuriliseks arenemiseks ja riikide moodustamiseks eelnimetatud aladest palju kohasemad. Juba vanal ajal on siin õitsenud riikline elu, eriti just suurte jõgede läheduses, kus võimalik oli lähistroopilisi stepialasid kunstlise niisutuse abil muuta viljakaiks kultuurmaistuiks, mis elamisvõimalusi pakkusid hulgale inimestele. (Missuguseid riike võime siin nimetada?)

Kõige soodsamaid võimalusi riikidele arenemiseks pakub aga parasvöö, kuhu ka koondunud suurem osa nüüdisaja riike. Paras-

vöö esitab meile maakera viljakamaid ja tihedamini asustatud alasid. Kuid ta ei anna inimesele midagi vaeva ja hooleta, vaid oma vaheldava kliimaga virgutab teda ikka jõulisemale tegevusele. Kuid just ses alalises töös, mis ikka püüab saavutada paremaid looduse kasutamise viise ja neid täiendada, seisabki inimkonna arenemise saladus. Pealegi esineb siin, peale kliimaliste olude, veel maapõue-varanduste rikkus, mida kuumas vöös on napilt või mis seal hoopis puuduvad.

Geograafilise laiuse kõrval on asendi hindamises ülitähtis veel mere lähedus. Meri pakub suuri liiklemisvõimalusi ning tasandab kliima äärmusi, eriti kui rannajoon on tublisti liigestatud ja merel hea ühendus ookeaniga. Polaarmeded tulevad muidugi ses suhtes jätta tähele panemata, nende mõju on enam eitav. Sisemandri-riikidel (missugused?), kellel need tingimused puuduvad, on kultuuriline kasvamine ka palju pikaldasem, nagu ka nende poliitiline mõju vähem. Puht-mereriikidena ilmuvad ainult saarte riigid (Inglismaa, Jaapan). Puht sisemandri-riigid on Ungari, Tšehhoslovakkia, Helveetsia jt. Kuid enamuses on vahepealsed riigid — rannikuriigid (nimeta!), millest ühel või teisel on tugevam või nõrgem mandriline või mereline ilme. Selleks tunnuseks on suhe maismaa ja mere piiri pikkuse vahel. On esimene piir pikem, saame mandrilise riigi, ja vastupidi. Muidugi tuleb siin arvesse võtta ka teisi tingimusi, nagu mere iseloomu, ühendust ookeaniga jne. Kreeka, kus merepiir 13 korda, Norra ja Taani, kus merepiir 10 korda, Eesti, kus see 2 korda pikem on maismaa piirist, oleksid merelise ilmega riigid. Sellevastu oleksid Saksamaa, Rumeenia, Venemaa jne. mandrilise ilmega riigid (nimeta puht-mandririike!).

Teisena märgime riigi poliitilist asendit. Poliitiline asend näitab teatud riigi seisu oma naaberriikide vastu. Tihti võib soodus geograafiline asend olla ebasoodus poliitilises mõttes, eriti kui teatud riigi piirid puutuvad kokku mitme tugeva riigiga, kellel veel erinevad majanduslised huvid ja püüded. Neist võib riikide vahel tekkida lahkkelisid ja kokkupõrkeid. Naaberriigid avaldavad üksteise peale ikka rõhumist ning mida rohkemate ja suuremate riikidega puutuvad teatud riigi piirid kokku, seda suurem on ka rõhumine nende poolt. Ses mõttes on sisemandri-riikide poliitiline asend hädaohtlikum kui rannikuriikidel, kellel

merele pööratud külg kergemini kaitstav. Riik pöörab oma esikülje ikka sinnapoole, kust teda varitseb suurem vaenlikkus. Seda külge püütakse ka enam kaitsevahenditega varustada. Vastupidine riigikülg, mida ei ähvarda hädaoht või ainult vähesel määral ähvardab, on tagakülg (seljatagune). Iga riigi suurem hool on sihitud sinnapoole, et lühendada esikülge ja pikendada tagakülge. Selleks astutakse liitu osa naaberriikidega, mis ühelt poolt pikendab tagakülge ja teiselt poolt võib anda ka tege-likku abi, vähendades sellega vaenulise naaberriigi rõhumist. Samal otstarbel moodustatakse vaenuliste püüetega suurriikide vahele ka puhverriike (Helveetsia, Belgia, Läänemere ranniku riigid, Poola jne.), kellele püütakse kindlustada rahvusvahelist kaitset.

Kuid poliitilise asendi hindamisel on kaaluvad ka riigi rahvastiku seesmine jõud ja ühtlane tahe ning riigi valitsemise õige ning otstarbeline siht.

Riigi geograafilise ja poliitilise asendi kõrval pole tähtsuseta ka ta kaubandusline ja liiklemisasend, mis selgi juhul, kui poliitiline asend hädaohtlik, võivad olla soodsad ja võimalusi pakkuvad riigi majandusliseks tugevnemiseks. Kaubandusline ja liiklemisasend on hea harilikult avamere ranniku riikidel, eriti neil, kes valdavad väinu (Taani) või kust käib läbi sisemandri-riikide kaubatee (Holland, Belgia, Eesti jt.), sisemandri-riikidest aga ainult tähtsamail kaubateil asuvail riikidel (Helveetsia, Persia).

Piirid. Piirid riikide vahel võivad olla kas kunstlikud või looduslikud. Kunstlikud piirid on kokkuleppe-piirid. Tihti on nad ajalooliselt kujunenud, selle tõttu ka väga liigestatud ja kaitse mõttes ebasoodsad. Maapinnal on piirid harilikult sihtide, piirisammaste ja kividega märgitud. Kunstlikud piirid võivad minna ka mööda mõnda matemaatilist joont (matemaatiline piir), nagu seda leiame Kanada ja P.-Am. Ühend. riikide vahel. Siin läheb piir, alates Woods'i järvest 2000 km pikkuselt mööda 49. laiusesihiti kuni Vancouveri (loe Venkuuveri) laheni. Samasugused matemaatilised piirid on ka P.-Am. Ühend. riikide ja Mexiko ning P.-Am. Ühend. riikide osariikide vahel, Austraalias jne.

Looduslisteks piirideks on harilikult mitmesugused pinna iseärasused (mäed, orud jne.), jõed, järved, sood jne. On looduslised piirid raskesti ülepäästavad, siis on nad sulgpiirid.

Nad võivad takistada riigi laienemist teatavas sibil ja saavad sellega teatud riigi lõpp-piiriks. Merepiirid on ikka lõpp-piirid, samuti ka sügavad raskesti ülepäästavad jõed jne. Ka rahvuslisi piire tuleb lugeda looduslisteks piirideks. Looduslised piirid ei esinda sageli matemaatilist joont, vaid laiemat ala — piirivööd, mis kaht naaberriiki eraldab. Piirivöö võib olla kitsam või laiema ala. Eriti laiadena esinevad nad vähekultuuriliste rahvaste juures, nagu seda leiame Aafrika kohalike riikide vahel ja varem ajal ka Hiina ja Korea vahel, kus piirivööks oli 50—100 km laiune kõnnumaistu, milles surmanuhtlusega oli keelatud asuda. Merepiirid on alati piirivööd. Rahvastiku tihedusega kitsenevad piirivööd ja muutuvad kunstlikkudeks piirideks. Liiklemissoodsat piiri nimetame avapiiriks.

Piiride hindamine kaitse ja liiklemise suhtes on väga raske. Piirid, mis kerged on kaitsta, nagu sood, kõrged mäed jne., on ülihalvad läbikäimiseks. Nüüdist sõjalist varustust silmas pidades pole ühtegi piiri, välja arvatud Jäämeri, mis suudaks küllalt usaldatavat kaitset pakkuda. Isegi mitmekordsed kunstlikud abinõud vallide, kaevikute, müüride ja kindluste näol ei küüni selleks. Võrdlemisi kergem on kaitsta siiski küll mere piiri ja piiri, mis lõikab kõrgeid mägesid, kus ülepääsmiseks on ainult mõned kurud, mida sõjaajal kergem sulgeda. Kuid täielist kaitset ei paku ka need piirid. Tõelise piirikaitse moodustab ainult riigi sisejõud ja tugevus.

Riikide pinnasuurus. Riikide pindala suurus on ajaloos vältusel allunud väga suurtele muutustele. Riigid on kui elavad organismid, kes kasvavad ja jõudes oma suuruse ülemäärani surevad, langedes vähemateks osadeks. Alaline võistlus üksikute riikide vahel kord suurendab üht ja vähendab pinna poolest teist riiki. Vana-aegsetest suure pindalaga riikidest on säilinud ainult veel Hiina, kuna kadunud on Assüüria, Baabülon jt. Vana Ilma suured riigid killustusid samuti kui Napoleoni, Austria-Ungari ja Vene riik.

Pindala järele liigitame riike 1) suurteks (üle 1 milj. km²), 2) keskmisteks (200 000—1 milj. km²), 3) väikesteks (10 000—200 000 km²) ja kääbusriikideks (alla 10 000 km²). Euroopa riigid on valdavamas enamuses keskmise pindalaga riigid ning ainult Venemaa kuulub suure pindalaga riikide hulka. Ühes

asumaadega kuuluvad sinna ka Suur-Britannia, Prantsuse, Belgia, Portugali, Hollandi ja Itaalia riik (loenda teised suure pindalaga riigid!)

Keskmise (nimeta!) ja väikese (nimeta!) pindalaga riikide arv on kaugelt suurem suure pindalaga riikide arvust. Eriti paneme seda tähele Euroopas, kus ainult Venemaa on suure pindalaga riik. Valdavam osa suure pindalaga riikidest on koondunud Ameerikasse. See on seletatav selle ilmajao suurusega, osalt aga ka hõreda elanikkude-arvu ja lühikese ajalooga, mille kestel pole suutnud veel sündida rahvuste erinemine. Aasia ja Aafrika on aga asumaa-riigid. Olgugi et suure pindalaga riikidele juba nende pindala kaitset pakub välise hädaohu vastu, eriti siis veel, kui sellele seltsib hõre rahvastik (Venemaa), siiski pole pindala veel suurriigi jõu tunnus. Selle tõestuseks on Hiinamaa, Venemaa, Brasiilia jt. suure pindalaga riigid, keda vaatamata nende suure pindala peale ei arvata suurriikide hulka. Sageli võib suures pindalas koguni peituda lagunemise hädaoht ja nimelt siis, kui riik koosneb erinevaist maastikest ja rahvusist (Venemaa, India). Seepärast loeme palju elujõulisemais just keskmise ja väikese pindalaga riike.

Riikide rahvastiku suurus. Teine tunnus, mille järele me riikide suuruse üle võime otsustada, on rahvastiku suurus ja tihedus. Rahvastiku suurus ja tihedus on, isegi riigi tugevuse seisukohalt vaadates, palju tähtsam kui pindala suurus, sest just elanikkude hulgast oleneb riigi majandusline ja sõjaline jõud. Erilise tähtsuse omandab just rahvastiku tihedus, mis väga tähtsa mõõdupuu annab riigi tugevuse üle otsustamiseks, muidugi kui silmas peame ka pindala suurust ja rahvastiku kultuurilist seisu. Rahvas on see allikas, milles hoovab riigi elav jõud.

Rahvastiku suurus ja tihedus on muutlik, ta on alalises liikumises. Selle põhjuseks on sündivus ja surevus, sisse- ja väljarändamine. On sündivus surevusest suurem (või vähem), siis saame rahvastiku loomuliku juurdekasvu. Väljarändamine või sisserändamine võivad loomulikku juurdekasvu vähendada või suurendada ja moodustavad niiviisi tõelise juurdekasvu. Loomulik kui ka tõelik juurdekasv on väga vahelduvad, olenedes rahvastiku elutingimustest. Alljärgnev tabel näitab loomuliku juurdekasvu suurust P.-Eesti nelja maakonna kohta.

	1877—1886; 1000 in. peale.			1897—1901; 1000 in. peale.		
	Sünd.	Surn.	Juurde- kasv.	Sünd.	Surn.	Juurde- kasv.
Harjumaa	29,8	23,3	6,5	27,7	20,0	7,7
Virumaa	31,3	20,6	10,7	32,8	21,1	11,7
Järvamaa	31,4	24,1	7,3	28,5	19,7	8,8
Läänemaa	29,2	19,9	9,3	27,1	18,3	8,8
Keskmine	30,2	21,9	8,3	29,2	19,9	9,3

Üldiselt on enne sõda Eestis sündivus olnud 29 elanikku tuhande kohta ja surevus 20 in., mis keskmise juurdekasvu annab 9 in. tuhandele ($9^0/00$). Välismaail on sündivuse ülekaal palju suurem: Saksamaal — $14^0/00$, Venemaal — $17^0/00$, Itaalias — $10,8^0/00$, Inglismaal $10,9^0/00$ jne.; ainult Prantsusmaal pole seda ülekaalu peaaegu olemaski ($0,9^0/00$). Sõda on sündivuste hulka suurelt vähendanud, suurendades vastaspoolset tegurit. Nii on 1920. a. Eestis umbes 10 000 in. enam surnud kui sündinud, mis rahvastiku kahanemisele viib.

Järgmiste aastate sündivuse ja surevuse vahekord selgub allolevast tabelist, kus terve maa sündivuse ja surevusega on kõrvutatud veel andmed Tartu linna kohta, mis näitavad, et linnades loomulik juurdekasv on tavaliselt vähem kui maal.

E e s t i m a a .				T a r t u l i n n .			
1921		1922		1921		1922	
sündivus	surevus	sündivus	surevus	sündivus	surevus	sündivus	surevus
$20,8^0/00$	$16,2^0/00$	$20,5^0/00$	$16,8^0/00$	$22,8^0/00$	$18,5^0/00$	$22,7^0/00$	$20,7^0/00$
Juurdekasv	$4,6^0/00$	$3,7^0/00$		$2,3^0/00$		$2,0^0/00$	

Nagu eeltoodust näeme, on loomulik juurdekasv kahanemas. Kui meie siiski rahvastikus suurenemist märkame (kui on 1881. a. rahvalug. andmed 100, siis on 1897. a. rahvalug. andmed 109,1 ja 1922. a. rahvalug. andmed 115,3), siis tuleb seda panna sisserändamise ülekaalu arvele. Ainult see on tõelist juurdekasvu suurendanud. Nii oli Eestisse sissesõitjaid 1921. a. kuus keskmiselt 3879,

1922. a. — 2990 ja 1923. a. — 3310 in., samul aastail sõitis kuus keskmiselt välja 2524, 2528 ja 3172 in., mis annab ülekaalu 1355, 462 ja 138. Kuid ka sisserändamine on järjekindlalt vähenemas.

Kolmas riigi tunnus peitub riigi kultuurilises arenemises, mis avaldub majanduslise ja vaimlise kultuuri saavutustes, rahvastiku loovas jõus. Rohke aineliste varade soetamine, rahvastiku jõukus, kõrge haridusline tase, otstarbelised poliitilised ja sotsiaalsed korraldused märgivad riigi tugevust ja seesmist kooskõla. Riikide pindalas, rahvastiku suuruses ja tiheduses peituvad juba suurriigi kujunemise võimalused. Kuid ainuüksi need tunnused ei määra suurriigi mõistet mitte. Vaid tähtsam on just eelnimetatud kultuuriline tase ja kooskõlaline seis kõige rahvastiku kihtide vahel. Suurriik on kõige pealt tahte ja jõu riik, mis on ainult rahvastiku ühiste püüete järeldus. Kaovad ühised püüded, tekiavad lahkkelid rahvastiku üksikute kihtide vahel, siis kaotab riik oma tähtsuse kui suurriik ja võib koguni laguneda ning kaduda.

Ajaloo kestusel on suurriigid olnud Assüüria, Persia, Araabia, Rooma, Austria-Ungari, Saksa ja Vene riik, kuid nad on oma seisukoha kaotanud, nagu paljud teised suurriigid. Praegu esinevad suurriikidena veel Inglis, Prantsus, Itaalia, Jaapani ja P.-Ameerika Ühendatud riigid.

Samuti kui suurriigid, on ka kesk- ja väikeriigid oma olemasolus heidetud aja muutlikkudele vaheldustele, võivad kangedena või nigelamaks jääda või koguni kaduda.

Riigi sisemine ehitus.

Riik seisab koos maast ja rahvast. Sellele vastavalt peame riigi siseehituses tähele panema ka kaht külge: looduslist ja rahvalist.

Loodus. Loodusline ehitus haarab kõike, mis puutub maapinnasse ja selle vormidesse, kliimasse, vetesse, taimestikku ja loomastikku. Loodusliselt oleks riik ühtlane (homogeenne), kui ta valitseb ainult üht loomulikku maastikku. Loomuliku maastiku tunnuseks on peajooneliselt ühtlane geoloogiline ehitus, ühtlased pinnavormid, kliimalised olud, taimkate ja loomariik. Eriti on maastiku määramisel mõõduandvad pinnavormid ja taimkate. Peab tähendama, et sääraseid ühtlasi riike, mis ainult ühe maas-

tiku piiridesse mahuksid, leiame vähe. Teatavail tingimusil võik- sime seesugusteks lugeda Hollandit, Eestit, Norrat jne. Kuid ka neis võib leida peamaastiku kõrval teiste maastikkude osiseid.

Enamuses on need riigid, mis laiuvad üle mitme maastiku. Need on ühtlusetud (heterogeensed) riigid. Neis riikides esi- nevad üksikud maastikud väga mitmel kujul. P.-A. Ühendatud riikides on nad kõrvu siilutaoliselt, alates idas rannatasan- dikuga, Elligeenide ja Mississipi madalikuga ning lõpetades läänes Kordiljeeridega. Samuti siilutaoliselt on maastikud ka Helveetsias. Saksamaa maastikud on asetatud astmeliselt (Alpid, L.-Saksa kiltmaa, P.-Saksa lausmaa), Hispaanias sõõrjalt ümber kesk-kilt- maa jne.

Politiiselt on riikide liigestusel looduslikkudeks maastikku- deks suur tähtsus. Vahelduvad ja kaugele erinevad looduslised tingimused, mis omased ühtluseta riikidele, mõjuvad takistavalt liiklemisele, elanikkude läbikäimisele ja ühtlaste püüete, traditsioo- nide, keele jne. tekkimisele. Selle tõttu on mitmemaastikulises riigis lahkpüüded alati suured ja kalduvused üksikute maastikkude eraldumiseks võimalikud. Näitena võiksime võtta Vana-Kreeka ja Austria-Ungari riigi. Looduslised ühtlastes riikides puuduvad seesugused võimalused. Sellegi peale vaatamata võivad ka loodus- liselt ühtluseta riigid kujuneda suurriikideks (P.-A. Üh. riigid, Prantsuse jne. riigid), sest peale loodusliste tegurite võivad olla veel teised tegurid, nagu majanduslised, rahvuslised jne., mis neid erinevaid maastikke ometi ühiseks tusedaks koguks seovad.

Rahvas. Nagu loodusliste olude kohaselt riikisid liigesta- sime, teeme seda ka rahvastikule vastavalt. Riigid, mille elanikud kuuluvad ühte rahvusesse, on rahvuslised riigid, kuna riigid, mille piirides mitu rahvust elutseb, rahvusteriigid on.

Rahvuse tähtsamaiks tunnusteks on ühine põlvnemine ja minevik, ühine keel ja vaimline elu ning ühised püüded ja sihid. Kuid sääraseid riike, kus kõik riigikodanikud kuuluksid ühte rah- vusesse, pole. Seepärast loeme rahvusliste riikide hulka ka neid riike, kus rahvastiku suurem enamus on ühest rahvusest. Seesu- gused riigid, nagu Itaalia ja Portugal (99% elan. ühest rahvusest), Holland (98%), Hispaania (97%), Prantsusmaa (95%), Eesti (89%) jne., on rahvuslised riigid, sest kõigis neis on suurem ena- mus riigikodanikkudest ühest rahvusest.

Iga riik kehastab rahvastiku ühiseid püüdeid ja üldist taht. Üksikuis eriküsimusis võivad riigikodanikkude arvamised lahku minna, kuid riigi põhiküsimusis peavad kõik samu vaateid avaldama ja oma isiklised vaated alistama enamuse vaadetele. See on riigi olemasolu peatingimus. Rahvuslised riigid sisaldavad palju enam seestmist kooshoidu ja rahvastiku üldtahte tuleb seal selgemalt ilmsiks kui rahvusteriikides.

Rahvuslistes riikides ühtib riigi huvi ka rahvuse huvide ja püüetega, kuna rahvusteriikides võivad esikohale pääseda üksiku rahvuse huvid, mis hoopis vastu käivad teiste rahvuste huvidele, neid koguni riivavad ja halvavad. Sellepärast on rahvusteriikides lagunemise ja üksikute rahvuste iseseisvaks saamise võimalused olemas. Eraldumispüüded on alles väikesed kultuuriliselt vähe arenenud rahvuste juures. Kuid mida kõrgemale kultuurilisele astmele jõuab keegi rahvus, seda teravamaks kujuneb tas ka rahvusline tunne ja püüe omapärasele ning iseseisvale arenemisteele sammuda. Rahvusteriike seob ja hoiab koos ikka mingi väline jõud, mille nõrgenemisele järgneb iseenesest üksikute rahvuste erinemine. Selle tõttu leiame meie ka nii vähe rahvusteriike — nad on kõik ülemineku-vormid, mis kaovad neid moodustavate rahvuste iseteadvuse kasvamisega.

Sama möödaminevad on ka isevalitsuslised ja klassivalitsuslised riigid, kus rahvastiku ja riigi vahel puudub tõeline side. Rahvastiku suured hulgad ei saa sääraistes riikides oma üldtaht avaldada, riigi ja rahva vahel asub neis riikides üksik isik või klass. Selle tõttu on neis riikides side rahva ja riigi ning isamaa vahel lõdev ning rahvas ükskõikne riigihuvide ja kodumaa vastu. Maksvusele pääseb rahvastiku üldtahte rahvalitsuslistes riikides ja see muutub riigile kestvaks jõuallikaks. Kui ainult sel puhul on rahvastiku üldtahte mõjule pääs õigustatud, kuid ta rahvusline ja silmas peab riigi üldhuvisid ja head käekäiku. On rahvas ja ta üksikud liikmed neis küsimusis teadlikud, siis astuvad nad ka julgelt ning kindlalt igale riigihuvide riivajale vastu, tulgu see seest- või väljast-poolt. Riigi huvisid peab kaitsma iga riigikodanik, ainult see kindlustab riigi olemasolu.

A
4114

i2196 0859

Hind 200 mk.