

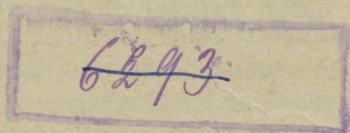
Jaan Rumma

maateaduse õpetaja Tartu seminaris

Üldine maateadus

Õpiraamat keskkoolidele

135 joonisega ja kahekülgse tahvliga kriidipaberil



K/Ü „Loodus“, Tartus

1922

2

Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
57698

Keelelise korrektoori on teinud K/Ü „Looduse“ korrektor lektor
J. V. Veski.

A 3894₁

D 16014121

K. Mattiesen'i trükk, Tartus.

Eessõna.

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 pikemad selgitamised ja uute näidetega täiendamise õpetaja hooleks.

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

Erilise osana esineb antud õpiraamatus hulk küsimusi ja ülesandeid, mis osalt määratud klassitundide elustamiseks, osalt iseseisvateks 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-õkussõnade komisjonis vastuvõetud sõnu. Maadeteadusliste nimede kirjutamisel olen silmas pidanud hääldamist, seal aga, kus hääldamise järele kirjutatud sõna liiga moondub, olen jätnud kohalise ülesmärkimise, juurde lisades hääldamise. Keeleliselt olen palju tuge saanud lektor J. V. Veskilt, mille eest talle oma tõsist tänu ütlen.

Käesoleva „Üldise maateaduse“ õpiraamatu avaldamisega loobume kavatsusel olnud Braunovi samanimelise tõlke avaldamisest kui mitte vastavast õpiraamatust meie koolidele.

K/Ü „Loodus“.

Eksitused.

Trükkimisel on sattunud raamatusse mõned keelelised vääratused, mida enim tarvitamist õiendada paluksin: Monsunid pro monsuunid (lhk. 25), Mercaator pro Mercator (lhk. 31), kuni pro kunni (lhk. 48, 69 ja 97), väheldust pro vaheldust (lhk. 53), Apscherooni pro Apscheroni (lhk. 67), Strombooli pro Stromboli (lhk. 62 ja 66), Appenniini pro Apenniini (lhk. 67), Ecuador pro Ecuadoor (lhk. 69), Dekaan pro Dekan (lhk. 89), poole pro poolje (lhk. 94), Sahaara pro Sahara (lhk. 100, 151, 152, 165), Kassikviaare pro Kasikiaare (Casiquiare, lhk. 103), Suumatra pro Sumatra (lhk. 130), Labradori pro Labradori (lhk. 132), saamum pro samum (lhk. 173). Parandada lhk. 87 ja 90: Kinguks nim. kõrgendikku, mis 10—25 m oma ümbrusest kõrgem, ja mäeks, mis üle 50 m ümbrusest kõrgem (alla 100 m ja üle 100 m asemel).

Sisu.

	Lhk.
Eessõna	3
Maakerast üldse	9
Üldise maateaduse aine ja liigestus	9
Maakera kuju	9
Maakera kuju ümmaruse tõendused	10
Kraadimõõtmine ja maisli võnkumine	12
Maakera suurus	16
Põhiarvud	16
Geograafiline koht määramine	17
Liikuvate kehade kõrvalkaldumine	23
Gloobus	25
Kaart	26
Projektsioonid	27
Asimutaalsed	27
Silindrilised	31
Koonuselised	32
Mõõtkava	34
Kaardimärgid	34
Reljeef	37
Läbilõige	39
Maakera tihedus	41
Maakera sisemine temperatuur ja ehitus	43
Maakera tekkimine	46
Maakera ajalugu	48
Maakera pinda teisendavad tegurid	53
Sise- ja välisjõud	53
Sisejõud	56
Mägede kujunemine ja maakoore kõikumised	56
Rannik, rand ja rannajoon	56
Rannajoone arenemine	56
Iidsed rannajoone nihkumised	57
Maakoore siirdus (dislokatsioon)	58
Vulkanism	61
Tulemägede tekkimine ja kuju	62
Vulkaanide tegevuse põhjused	68
Vulkaanide levimus	68
Tegevate vulkaanide jaotus maakeral	70
Maavärisemine	70
Maaväringu jõu mõõtmise astrik	73
Maavärisemiste levimus ja liigitus	73
Välisjõud	75
Murenemine ja paljastumine	75
Rabenemine	76
Porsumine	76

Muldkond	78
Maismaa ja vee vahekord	80
Mandrite jaotus ja keskkõrgus	80
Maakera pinna jaotus kõrguste järele	84
Saared	84
Poolsaared	86
Nüüdisaja pinnavormid	86
Kõrguste suhted maakera pinnal	86
Pinnavormid	87
Pinnavormide väliskuju	88
Tasandikud	88
Kõrgendikud	89
Kingud ja mäed	90
Tekkimine	91
Kodumaa kõrgendikud ja nende tekkimine	92
Lohkvormid	94
Avalohud	95
Vesikond	98
Vee ringkäik	98
Põhiveed ja allikad	98
Puurkaevud	99
Mineraalallikad	100
Geisirid	100
Pinnaveed	101
Voolavad veed	101
Jõgi	102
Jõgede veehulk	105
Jõe tegevus	107
Seisvad veed	112
Järved	112
Järvede veevärv	114
Järvede kadumine	115
Sood ja rabad	117
Karsti nähtused	118
Ookeanid	120
Ookeanide ja merede sügavus	122
Ookeanide põhi	123
Põhja ladestus	123
Merevesi	124
Jää ookeanis	125
Elukond ookeanis	126
Merevee liikumine	128
Lainetus	128
Merehoovused	130
Tõus ja mõõn	133
Mere tegevus	136

	Lhk.
Vesi kindlas olekus	140
Lumepiir	140
Lumeveermed	141
Jääliustikud	142
Jääliustikkude tegevus	146
Jääliustikkude levimus	147
Jääaeg	149
Tuule tegevus	150
Pinnavormide arenemine	153
Õhkkond	154
Õhkkonna kuju ja piirid	154
Õhu koosseis	155
Õhu värv	156
Õhusoojus	156
Õhusoojuse allikad	156
Õhu soenemise tegurid	157
Õhk	157
Soojuse hulk rõhtpinnale	157
Pilvitus	157
Valgustusaja vältus	157
Soojuse hulk mitmesuguste laiuste all	158
Maapind	158
Vee ja mandrite vahekord	159
Kõrgus merepinnast	159
Õhu temperatuuri mõõtmine	161
Õhu temperatuuri rõhtsihiline levimine	165
Õhurõhk	169
Õhurõhu mõõtmine	169
Õhurõhu levimine maapiinal	171
Tuuled	172
Beaufort'i skaala	173
Tuulte tekkimine	173
Vaikusvöö	174
Passaadid	174
Lähistroopilised vaikusvööd	174
Läänetuuled	175
Tsükloon ja antitsükloon	175
Vahelduvad tuuled	176
Monsuun	177
Vinu	177
Mäe- ja orutuuled	178
Kohalikud tuuled	178
Sademed	180
Veeaur õhus	180
Sademete tekkimise põhjused	182
Sademete kuju	182

	Lhk.
Sademetete hulga levimine	186
Sademetete hulga levimise põhjused	186
Sademetete hulga rõhtus levimine	187
Ilmastik	188
Kliima	191
Valgusnähtused õhkkonnas	193
Väik	193
Virmalised	194
Kangastus	194
Terendus	194
Elukond	195
Taimkond	195
Taimede elutingimused	195
Taimevööd	198
Troopika- ehk pöörjoone-vöö	198
Lähistroopika-vöö	198
Vahevöö	200
Nabamaade-vöö	201
Kõrgusalad	201
Meretaimestik	202
Loomastik	202
Loomad maastikus	203
Kodustatud taimed ja loomad	205
Kodutaimed	205
Koduloomad	207
Inimene	208
Inimkonna vanus	208
Inimkonna liigestus	210
Elamisala	213
Inimeste arv ja rahvastiku tihedus	213
Inimeste asulad maastikus	214
Elamud	215
Asulad	215
Liikimisted	217
Post, telegraaf, telefon	218
Riik	219
Riigi välised tunnused	219
Asend	219
Piirid	221
Riikide pinna suurus	221
Suure pindalaga riigid (tab.)	222
Suurriik	223
Riigi sisemine ehitus	224
Rahvas	225

Maakerast üldse.

Üldise maateaduse aine ja liigestus.

Üldine maateadus õpib tundma maakera praegust nägu, ta katet, mis esineb elusa looduse suurepärase tööväljana.

Maakera katet liigestame järgmisteks keskkondadeks: 1. kivikond (litosfäär), 2. vesikond (hüdrosfäär), 3. õhkkond (atmosfäär) ja 4. elukond (biosfäär). Nende üksikute keskkondade vahel on võimatu tõmmata kindlaid eraldavaid piirjooni. Üksikud keskkonnad põimuvad teistega. Nii näeme elukonna üksikuid esindajaid tungivat õhkkonda (linnud, inimene jne.), vesikonda (kalad jne.) ja kivikonda (bakterid, loomad j. t.). Samuti imbub õhk kivikonda, vesikonda jne., nagu ka vesikond (aur) ja kivikond (tolm) teistesse keskkondadesse tungivad. Nende keskkondade tegevuse ja vastastiku mõju tagajärjena ilmub meile maakera praegune kuju.

Maakera kuju.

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

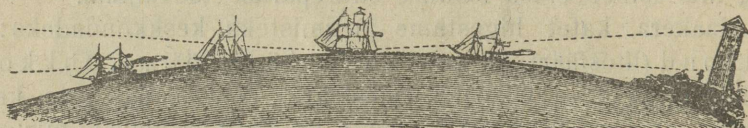
Kõige lihtsam kujutelm maast (maakerast) on olnud kui kettast, mis ümbritsetud merega. Sellel kettal leiame madalamaid ja kõrgemaid mägesid, lohke jne. See kujutelm on olnud üldine vanadel rahvastel ning igapäevased pealiskaudsed tähelepanekud kinnitavad seda muljet veel praegugi. Kuid juba üksikud Greeka õpetlased olid 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 sõrjust ja selle suurenemist kõrgemale tõusmisega (Kleomedes).

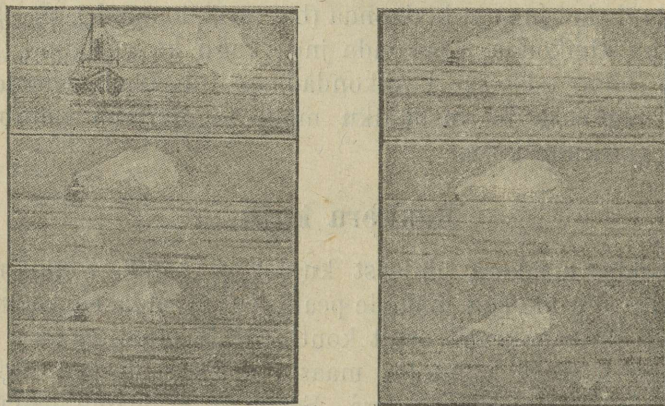
Rahvaste rändamiste ajal vaibusid need teaduse saavutused unustusse ning keskajal valitses endine arvamine maast kui labapinnast. Alles 17. aastasaja lõpul jõuti peale vaevarikast tööd ja juurdlemist otsusele, et maa pole mitte ainult kera, vaid pöördsferoid, mis lamendatud nabade poolt.

Maakera kuju ümmaruse tõendused.

1. Kuuvarjutused (kuidas?).
2. Kaugenevate laevade järkjärguline kadumine silmapiiri taha (1. ja 2. joonis).



1. joonis. Kaugeneva laeva kadumine silmapiiri taha.



2. joonis. Kaugeneva laeva kadumine silmapiiri taha.

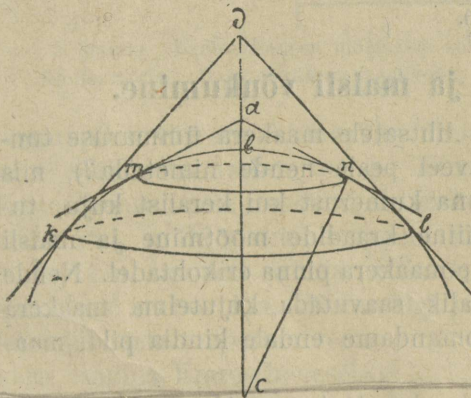
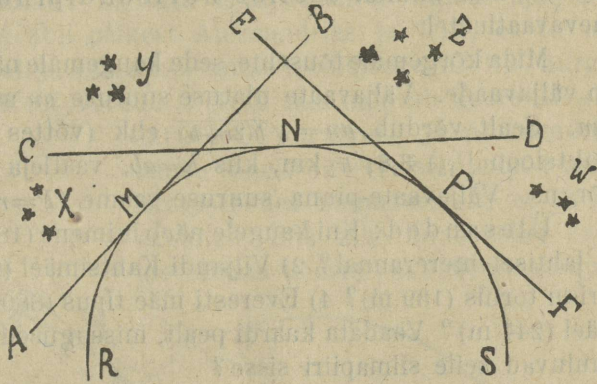
3. Uute tähtkujude ilmumine silmapiirile ja vanade kadumine selle alla põhjast lõuna liikumisel (miks?) (3. joonis).
4. Eriaegne päikese tõus ja looje maakera isekohtadel samal laiusel. (Kuidas oleks labapinnal?)

5. Teekonnad ümber ilma (Magalhães 1519—1522, James Cook 1768—1779).
6. Silmapiiri sõrjus ja laienemine kõrgemale tõustes. Laba-pinnal me seda ei märkaks (4. joonis).

Meie eral-dame mitut sil-mapiiri — hori-sonti. Oleks täpp *a* (4. joonis) vaat-leja asupaik, *c* maakera kesk-koht, siismäärab silmapiiri suu-ruse *a*-st tõm-matud puutuja *am*. Selle *am*-ga joonistatud ring-joon maakera

pinnal ongi niinim. loomulik silmapiir. Vaatlusel tuleb silmas pidada muidugi silmakõrgust, aga mitte jalgealust.

3. joonis. Uute tähtkujude ilmumine silmapiirile.



4. joonis. Silmapiiri sõrjus ja laienemine kõrgemale tõustes.

Õhukattel maakera üm-ber pole mitte ühtlast tihe-dust. Selle tõttu tekib val-guskiirte murdumine (ter-restriline refraktsioon). Val-guskiir muutub kaareks, mille avasus maa poole. Selle tagajärjel suureneb ka vertikaalne nurk ja asjad nagu kerkivad kõrgemale ning me näeme ka neid asju, mis muidu asu-vad silmapiiri all. Nägemise kaugus suureneb selle läbi meie juures umbes 6—7%, ehk ümmarguselt umbes $\frac{1}{15}$.

Ringjoon, mis saadud selle joone abil, on päris silmapiir. Seda joont mööda näib taevavõlv kokku liituvat maakeraga.

Tõmbame a -st läbi pinna risti ac -le, siis saame näiva silmapiiri pinna. See pind on aluspinnaks meie sennistele mõõtmistele.

Tõmbame sellele pinnale aga rööppinna läbi maakera sentri, siis kohtame niinim. tõelise horisondipinna, mis on aluseks taevavaatlustel.

Mida kõrgemale tõuseme, seda kaugemale näeme — seda laiem on väljavaade. Väljavaate ulatuse suuruse an saame kolmnurgast *can.* Sealt võrdub $an = \sqrt{h(2r+h)}$ ehk (võttes $r = 6370$ km + refraktsioon $\frac{1}{15}$) $3,8\sqrt{h}$ km, kus $h=ab$, vaatleja silma absoluutne kõrgus. Väljavaate-pinna suuruse saame ($P=r^2\pi$) $P=45,4.h$ km².

Ülesanded: Kui kaugele näeb inimene (180 sm pikk), seistes 1) lahtisel mererannal? 2) Viljandi Kantsimäel (81 m)? 3) Oleviste kiriku tornis (139 m)? 4) Everesti mäe tipus (8800 m)? 5) V. Munamäel (244 m)? Vaadata kaardi pealt, missugused tähtsamad kohad kuuluvad selle silmapiiri sisse?

Kui suure pindala tabab meie silm, kui asume Emumäel (168 m), S. Munamäel (324 m), Mont Blanc'il (4800 m)?

Kui kõrgele peame ronima, et näha lahtisel kohal 5 km, 10 km, 20 km. jne. peale, et tabada 90 km²? Kui kõrgele peame tõusma Tallinnas, et näha Helsingit (80 km)?

Tõenda, et $an = \sqrt{h(2r+h)}$.

Kraadimõõtmine ja maisli võnkumine.

Neile eespool nimetatud lihtsatele maakera ümmaruse tunnustele (missuguseid võiks veel peale nende nimetada?), mis tõendavad enam maakera pinna kumerust kui keralist kuju, tulevad ligi veel trigonomeetiline kraadide mõõtmine ja maisli (pendli) võnkumiste vaatlemine maakera pinna erikohtadel. Nende abil pole mitte ainult võimalik saavutada kujutelma maakera pinna kumerusest, vaid me omandame endale kindla pildi maakera tõelisest kujust.

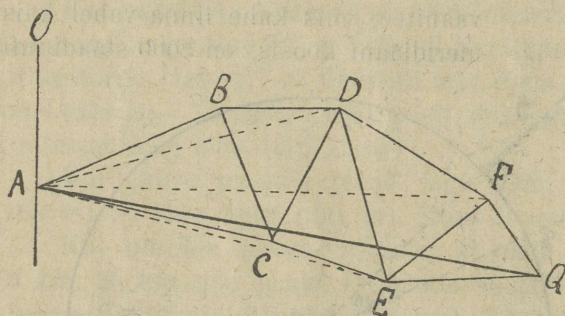
Esimese kraadimõõtmise maakeral toimetas Aleksandria mõtte-tark ja geograaf Eratosthenes (276—195 e. Kr.) Aleksandria ja Syene linna vahel, mis tollaegse arvamise järgi pidid asuma mõlemad samal pikkussihil¹⁾. Syene (praegune Assuaan Ülem-

1) Aleksandria on tõeliselt 3^o lääne pool.

eriti just ebatasasel maakohal, kus ees olid kõrgendikud, sood, metsad jne. Alles 17. a. s. alul, kui Hollandi õpetlane W. Snellius uue, täpsama kaaremõõtmise-viisi näitas, muutusid need tööd teaduslikumaiks.

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.

Olgu vaja mõõta kaugus kahe punkti A ja Q (6. joonis) vahel maakeral. Punktides A, B, C, D, \dots seatakse üles vaatetornid,



6. joonis. Triangulatsiooni võrk.

kust igäühast võimalik oleks vaadelda mõnda teist lähedal olevat vaatetorni. Alguses mõõdetakse väga täpsalt alus — baas, võrdlemisi õige lühike joon tasasel pinnal¹⁾. (Miks?)

Selle järele, kandes

nurgamõõtja — teodoliidi — punktidesse A, B, C, \dots jne., mõõdetakse kõik nurgad \triangle -des ABC, CBD, \dots jne. Teades \triangle -des nurkade suuruse ja ühes esimeses ka külje pikkuse, järeldame trigonomeetriliselt joone AQ pikkuse km. Punktide A ja Q geograafiliste laiuste või pikkuste vahe annab meile AQ ulatuse kraadides. Olgu A ja Q vahe a° ja trigonomeetriliselt määratud kaugus nende vahel d km ning maakera raadius R , saame

$$a^\circ : 360^\circ = d : 2\pi R; \quad R = \frac{360d}{2\pi a^\circ}.$$

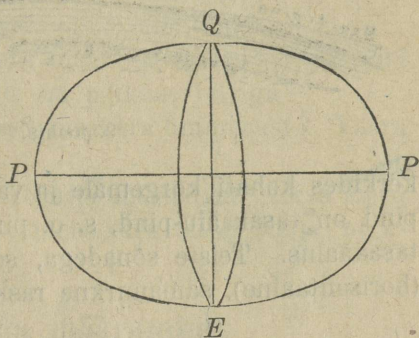
Triangulatsiooni (kolmnurgeldamise) abil ettevõetud meridiaanikaare mõõtmised Prantsusmaal, meetrisüsteemi loomise ja muil ülesannetel, ja mujal mail tõendasid, et maakera pole mitte

1) Kuulus Tartu ülikooli prof. B. Struve (1793—1864), mõõtes Tartu meridiaani kaart Põhja-Jäämerest alates 25^o pikkuselt, võttis omale baasise Torneo jõe jääl.

ainult ümmargune keha, vaid et ta on lamendatud nabade poolt. Säärast keha, mis kujunenud pöördumise saadusena, nimetatakse sferoidiks. Sferoidi meridiaani läbilõige on ellips, mille lühem telg ühtib maakera pöördteljega ja pikem telg ekvaatori läbilõõrtjaga. Lamendus on võrdlemisi väike. Teda väljendame järgmises valemis: $a = \frac{a-b}{a}$, s. o.

kahe pooltelje vahe jagatud suuremale poolteljele (7. joonis).

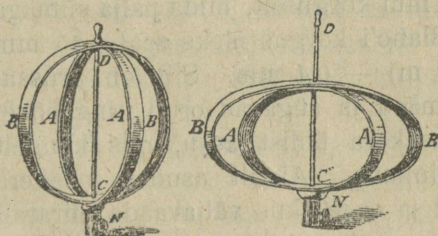
Veene, et maakera on sferoid, järeldus teoreetiliselt Kopernikuse (1473—1543) õpetusest, mis 17. a. s. omas juba üldise tunnustamise. Pöörlemise mõjul tekkis sentrifugaaltung, millele vastavalt kohanes ka maakera pind ja üles paisus ekvaatoril, kus see tung ka kõige suurem (8. joonis).



7. joonis. Ellips.

Ka maisli võnkumiste uurimised osutasid maakera säärase kuju peale¹⁾. Kahest ühepikkusest maislist võngub pooluselähine ekvaatorilähisest nobedamini. See olukord selgub meile füüsikast tuntud maislivõnkumise valemi ($t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$) abil. Maisli võnke vältus (t) on pärisuhteline maisli pikkusega (l)

ja vastusuhteline raskustungi kiirendusega (g). Poolustele lähenemisega suureneb raskustungi kiirendus (miks?) ning maisel hakkab nobedamini võnkuma. Maisli abil saavutatud lamenduse suurus ühtib nende tagajärgedega, mis on annud kraadimõõtmised.



8. joonis. Sferoid.

Mida täpsamaks muutusid kraadi- ja maislimõõtmise viisid, seda enam avaldusid ka korrapäratused raskustungis ja maakera

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

kujus, seda enam näis erinevat viimane sferoidist. 19. aastasaja teisel poolel jõuti vaatele, et maakera on matemaatiliselt defineerimata korrapäratu keha, mida geoidiks (1873. a. peale) hakati nimetama. Geoidi pind erineb vähe sferoidi pinnast (± 100 m),



9. joonis. Geoidi pind.

kerkides kohati kõrgemale ja vaodes kohati madalamale. Geoidi pind on tasakaalu-pind, s. o. pind, kus kõik punktid vastastikku tasakaalus. Teiste sõnadega, see on pind, mis igal pool rõhtus (horisontaalne), samanutkne raskustungi koosile (9. joonis).

Maakera suurus.

Eelnimetatud kraadi- ja maislimõõtmised on annud meile maakera poolmõõtja keskmise pikkuse 6370 km. Maakeral esinevate kõrgendikkudega ja lohkkudega on see pikkus võrdlemisi üpris suur. Kõrgem mäelatv Everest küünib vaevalt 8840 meetrini, mis vahest ainult $\frac{1}{725}$ maakera raadiusest. Võtaksime hariliku reljeefse kooligloobuse, mille läbimõõt oleks 0,5 m, siis esineks Everest seal ainult 0,3 mm kõrguselt, mida palja silmaga raske oleks märgata. Mont Blanc'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 maakera pinnal, kesk künkaid, mägesid ja orge, kus väljavaade piiratud ja silmapiir lookab ebatasasusis, omades ringjoone asemel murdjoone laadi, tumeneb pilt maakera ümmarusest.

Põhiarvud.

Neist mõõtmistest oleme saanud ka arvud, mis pakuvad meile üldise pildi maakera suurusest.

Ekvaatori poolmõõt $a = 6377$ km.

Maakera telje poolmõõt $b = 6356$ km.

Nende vahe $a - b = 21$ km.

Lamendus $\frac{a-b}{a} = \frac{1}{300}$ (ümmarguselt).

Ekvaatori pikkus $2\pi a = 40.000$ km (ümmarg.).

Maakera pinna suurus — $4\pi ab = 510$ milj. km².

Ülesanded: 1) Välja arvata maakera maht ($V = \frac{4}{3}\pi a^2 b$)?

2) Kujunda savist maakera 10 sm pikkuse teljega?

3) Miks ei usu paljud inimesed maakera ümmarust? Väära nende väited.

4) Miks ei näe meie kõrgemalt Alpi mäeladvalt Saksa merd ka siis, kui õhk täiesti puhas ja meie varustatud oleme pikk-silmaga?

Geograafiline koha määramine.

Antud koha kindlaksmääramiseks maakeral peame kujutlema kaht süsteemi ringjooni, mis täisnurgi teineteist lõikavad. See lõikekoht annabki meile määratava koha asendi maakeral. Säherdusi jooni nimetatakse geograafilisteks koordinaatideks ehk pikkus- ja laiusihtideks.

Pikkus- ja laiusihtide kujutamine maakeral on võimaldatud mõnesuguste loodusliselt kindlate punktide ja joontega, mille olemasolu tingitud maakera pöörlemisest ja liikumisest taevaruumis, ehk teisiti, näivast taevavõlvi pöörlemisest ja päikese aastasest käigust ümber maakera.

Loodusliselt kindlaks kujunenud punktid ja jooned oleksid:

Nabad (poolused) — on punktid, kus maakera pöörlemistelg — ehk näiv taeva pöörlemistelg — maakera pinda lõikab. Poolused ei võta osa maakera pöörlemisest, vaid püsivad liikumata. Neis punktides puudub selle tõttu jaotus päeva-äegadeks (miks?). Samuti jooksevad sinna kokku kõik pikkussibid (meridiaanid), mispärast puudub ka võimalus orienteeruda seal ilma kaartega järele.

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

asendist. Nagu maakera pooluste kohal loodjoones asetseb vastav taevapoolus, samuti on maakera poolitaja kohal taevapoolitaja. Igas maakera kohas lõikab taevapoolitaja horisonti lääneja idapunktides. Ekvaatorialuseil elanikel läheb ta peale seda ka seenitist läbi ja seisab loodis horisondi pinnale. Poolustel ühtib ta aga horisondi pinnaga.

Päikese näivat aastast teekonda ümber maakera nimetatakse ekliptikaks. Ekliptika pind ei ühti taevaekvaatori pinnaga, vaid lõikab seda praegu $23\frac{1}{2}^{\circ}$ all (õigem $23^{\circ}27'8''$) kahes punktis, mida kutsutakse ööpäeva samapikkuste (äquinoc-tium) punktideks. Selle tagajärjel ei liigu päike mitte aasta otsa ekvaatoril, vaid asetseb seal ainult kaks korda aastas, nimelt 21. märtsil ja 23. septembril. Neist punktidest kaugeneb päike ühel poolaastal enam põhja (missugusel poolaastal?) ja teisel enam lõuna. Kõige kaugemale põhja ulatab ta 21. juuniks ja pöörab siis nagu tagasi, et 21. detsembril jõuda kaugemasse lõunapunkti. Need päevad on — suvine ja talvine pööripäev ning jooned, milleni küünib päike, oleksid pöörijooned — põhjas vähi-pöörijoon ja lõunas kaljukitse-pöörijoon. Pöörijooned on rööpjooned poolitajale ja asetsevad talt $23\frac{1}{2}^{\circ}$ põhja ja lõuna pool.

Poolustest sama kaugel ($23\frac{1}{2}^{\circ}$) leiame nabajooned (polaarjooned). Neil joontel ei loodene ega tõuse päike aastas üks kord (mis päevadel?).

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

Ülemalnimetatud punktid ja jooned on tingitud maakera liikumisest ning kindlaks määratud loodusliselt. Geograafilised koordinaadid — pikkus- ja laiussihid — aga on vabalt valitud ringjooned. Nad toetuvad ainult poolustele ja poolitajale.

1. Laius- ehk paralleelsihid. Laiussihid on ringjooned, mida kujutleme minevat rööbiti ekvaatoriga. Kaugene-

des põhja või lõuna poole ekvaatorist, väheneb ka laiusihtide raadius ja pikkus. Ekvaator oleks kõige pikem laiusiht ja poolus kõige lühem. Viimase raadius võrduks 0-ga (nulliga).

Igal kohal maakeral on oma laiusiht, järjekult võime tõmata laiusihte lõpmata palju. On täiesti kokkuleppe asi jaotada ringjoont, mis lõikab läbi mõlema pooluse 360° , iga kraadi $60'$ ja iga minuti $60''$. Sama hästi oleksime selle võinud jagada 100, 1000 jne. osaks (mida teadusilm ka teeb). Iga laiusiht lõikab selle joone kummalgi maakera poolikul kaks korda läbi. Selle tõttu läheme ekvaatorist (0°) põhja poole 90 põhja-laiuskraadi ja lõuna poole 90 lõuna-laiuskraadi ühel maakera poolel ning sama palju ka teisel poolikul.

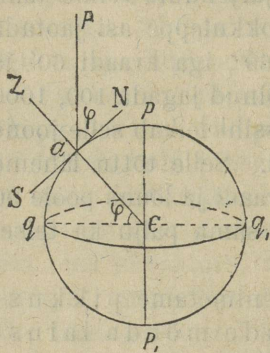
Laiussihid jagatakse igaüks 360° , mida nimetame pikkuskraadideks. Nii loeme siis pikkuskraade mõõda laiusihte. Et laiusihid pooluste poole lühenevad, siis on arusaadav, et ka pikkuskraadid on pooluste lähemal lühemad kui ekvaatoril, sel kõige pikemal laiusihil. Ekvaatoril on ühe kraadi pikkus $111,2$ km ja poolustel — 0 km. Vahepealsete laiusihtide pikkuskraadi saame kätte ekvaatori pikkusest. Järgnev tabel näitab üksikute laiuskraadide all pikkuskraadi pikkuse.

T a b e l.

Laiuskraadid	Laiuskraad. pikkus km	Pikkuskraadi pikkus km	Laiuskraad	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

Teatava koha geograafiline laius määratakse astronoomiliste vaatluste abil. Geograafiline laius võrdub taevapooluse kõrgusega antud koha horisonidist. On pooluse kõrgus horisoni pinnast 60° , siis asume meie 60 . põhja- või lõuna-laiuskraadil, olenedes sellest, kummal poolkeral toime-tame vaatlusi.

Olgu joonisel (10. joonis) C — maakera keskpunkt, P — poolus, Cq — ekvaatori raadius, Pa — taevapooluse siht, mis lõpmata kaugel, Z — koha a seenit, SN — horisont a -s.

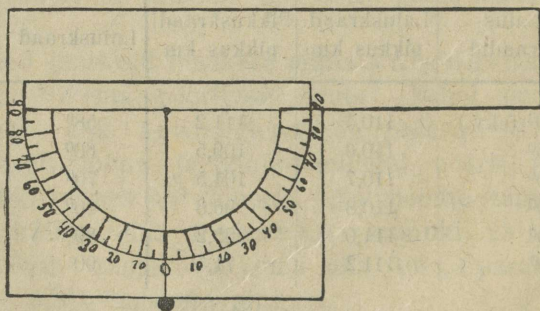


10. joonis. Geograafilise laiuse väljaarvamine.

Koha a laius on $\sphericalangle \varphi$ ($\sphericalangle acq$), mis mõõdetub kaare aq -ga, kaugusega ekvaatorist; $\sphericalangle \varphi$ võrdub $\sphericalangle PaN$. Viimane \sphericalangle on aga antud koha pooluse kõrgus horisondist.

Praktilisi taevapooluse kõrguse määramisviise on mitu. Lihtsamaks ligikaudsiks määramisviisiks oleks, kui me mõeldaksime Põhjanaela kõrguse horisondist, olgugi et see ei asu otse pooluses, vaid veidi kaugemal, tehes väikest sõõri ta ümber. Nurga mõõtmiseks võiksime kasutada malli (transportööri), millele kinnitatud väike loeke. Juhime malli aluse Põhjanaelale, siis näitab loeke nurga suuruse. Nurga kraadide lugemisel tuleks 90° asemel lugeda 0° ja sellest mõlemale poole kuni 90° (11. joonis).

2. Pikkussihid — meridiaanid — ehk keskpäeva-jooned (miks?) lõikavad ekvaatorit ja kõiki paralleeljooni täisnurgi. Nad on kõik suured ringjooned, mis ristuvad mõlemas pooluses. Nad on kõik ühepikkused. Nende arv on samati kokku lepitud, kui laiussihtide arv — ka neis eraldame 360 ringjoont. Mõõda pikkussihete loeme laiuskraade. Laiuskraad on meridiaani kaar kahe paralleeljoone vahel, samati nagu pikkuskraad, on joonekaar kahe kõrvuoleva meridiaani vahel. Et paralleeljooned üksteisest ühekaugusel, siis on ka laiuskraadi pikkus peaaegu ühesugune nii ekvaatori



11. joonis. Mall pooluse kõrguse mõõtmiseks.

kui pooluse lähedal. Väheldast mõju avaldab selle pikkuse peale ainult maakera lamendus.

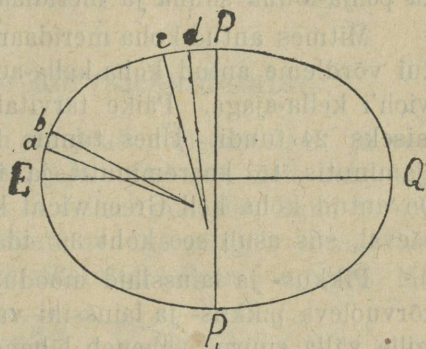
Lamendusest on laiuskraadid nabade läheduses veidi pikemad kui ekvaatoril. Ellipsi lameda kaare joonestamiseks on vaja pikemat raadiust kui kumerama kujutamiseks. Kesknurkade kaared suhtuvad päriproportsionaalselt raadiustesse, järjekult on 1° laiusnurgale vastav kaar pooluste lähedal pikem ekvaatori lähitest (12. joonis).

Igal kohal maakeral on oma pikkussiht (meridiaan). Ükski neist pole seotud mõne erilise loodusliselt tingitud asendiga. Sellepärast on võimalik meridiaane lugeda ainult

teatavast vabalt valitud algmeridiaanist, arvates 180° ida poole — idapikkuseks ning 180° läände — läänepikkuseks. Algne esimene meridiaan ja 180° meridiaan moodustavad ühe ringjoone ja on lugemise piiriks.

Algne esimene meridiaaniks on loetud (1634. a. peale) Kanaari saarestiku läänepoolsest Ferro saarekesest läbi minevat meridiaani. Selle meridiaani eelistus on, et ta lõikub peaaesjalikult läbi merede, jaotades maakera kaheks — ida- ja lääne-poolkeraks. Puuduseks on aga see asjaolu, et teda saarel, kus puuduvad igasugused astronoomilised sisseseaded, raske on 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 peatähetornist Greenwichist (grinnitsh) kulgev meridiaan, mis $17^\circ 39' 46''$ ida pool Ferrot ja $2^\circ 20' 14''$ lääne pool Pariisi.

Antud koha meridiaani suuna võime määrata varju abil. Selleks asetame paberile, kuhu joonistatud mõned konsentrilised



12. joonis. Samadele nurkadele vastavate kaarte pikkus ellipsis.

ringjooned, loodis varda joonte keskpunkti. Vaadeldes varju, mida heidab varras paberile, märgime mõned punktid enne ja pärast keskpäeva paberile. Nende punktide vahel oleva kaare jaotame pooleks ja ühendame keskpunktiga. See annab meile ka põhja-lõuna suuna ja meridiaani sihi.

Mitmes antud koha meridaan on Greenwich'ist, saame teada, kui võrdleme antud koha kella-aega keskpäeval sama aja Greenwich'i kella-ajaga. Päike tarvitab (näivaks) maakera ümber käimiseks 24 tundi. Ühes tunnis läheb ta 15° kaarekraadi, ühes ajaminutis $15'$ kaareminutit ja ühes ajasekundis $15''$ kaaresek. On antud koha kell Greenwichi kellast näiteks 2 tundi ees keskpäeval, siis asub see koht 30° ida pool esimesest meridiaanist.

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 arvata maa-alade väljasuurst, äärmisi punkte ja ilmakaari. Ilmakaarte määramisel tuleb silmas pidada, et pikkussihid näitavad põhja ja lõunasse ning laiussihid idasse ja läände. Pikkussihtide numbrid loeme meie ikka kaardi ülemiselt ja alumiselt äärelt, laiussihtidel aga pahe-malt ja paremalt äärelt. — Sealjuures ei tõmmata kooli seinakaartidel neid mitte igasse kraadi, ent 5, 10, 15 või 20 kraadi takka, olenevalt mõõtkavast.

Ülesanded: 1) Mis järelduks sellest, kui ekliptika pind ühtiks taevaekvaatori pinnaga?

2) Määra ära oma kodukoha meridiaani suund!

3) Mitmenda pikkuskraadi all asub koht, kui ta aeg (kell) on 4 t 15 m järel Greenwichi ajast? 3 t 40 m ees on?

4) Katsu ära määrata, mitmenda laiuskraadi all asub su kodu.

5) Vaata kaardi järgi, kui palju aega tõuseb päike Tartus varemini kui Tallinnas, Berliinis, Greenwich'is?

6) Valmista savist gloobus 10 sm läbimõõduga. Märgi sinna peale mõõtkava järgi õieti tähtsamad punktid ja jooned, valgustusvööd.

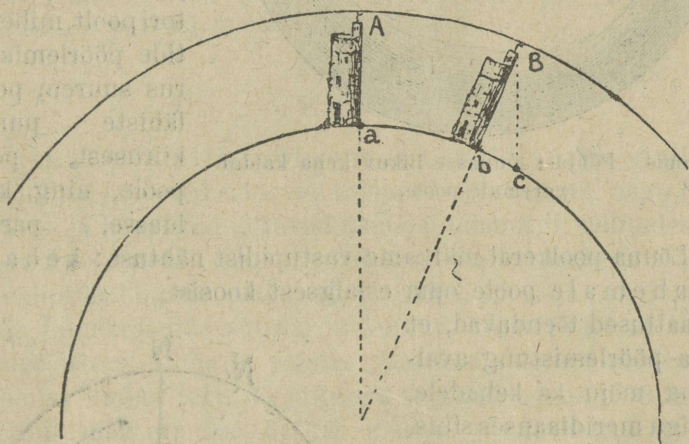
7) Arva välja kaardivõrgu abil, kui kaugel asub sinu kodu ekvaatorist, põhjapoolusest, Greenwichist, Tallinnast.

8) Miks saab ekvaatori ümbrus päikeselt enam sooja kui polaar-alad?

9) Kuidas tekivad aastaajad?

Liikuvate kehade kõrvalekaldumine.

Maakera pöörlemise mõju avaldub horisontaalselt ja vertikaalselt liikuvate kehade koosi peale. Viskame meie keha maapinnalt loodis üles, siis kaldub ta sellest punktist, kuhu ta oleks pidanud sattuma, läände. Kukatame aga kõrgelt tornilt keha ettevaatlikult alla, siis kaldub ta määratud kohast ida poole. Maa-

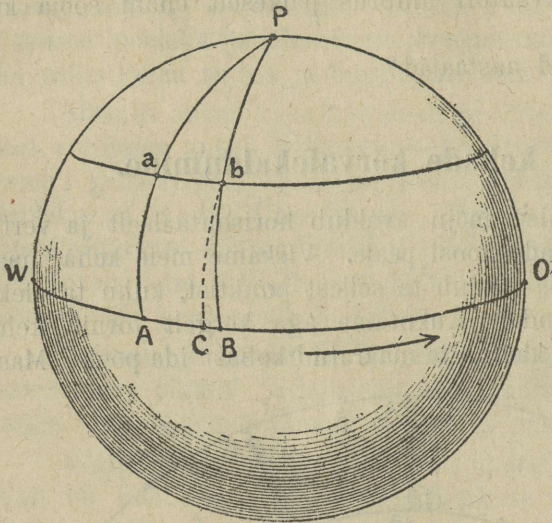


13. joonis. Allalangeva keha kõrvalekaldumine.

kera pinna punktid liiguvad mööda ringjoont, mis lühem on kui maakera pinnast kõrgemal olevate punktide teed, mille raadius pikem maakera R -st. Järjekult peavad viimased ka kiiremini liikuma. Alt üles visatud keha säilitab maakera pinna kiiruse ja jääb nagu maha — kaldub läände — sellest kohast, kuhu ta oli tähendatud. Vastupidi, ülalt alla heidetud kehal on suurem kiirus ja jõuab nagu ette — idasse — maapinna punktist (13. joonis).

Tähtsam loodis liikuvate kehade suuna muutusest on horisontaalselt liikuvate kehade koosi muutus maakera pöörlemise

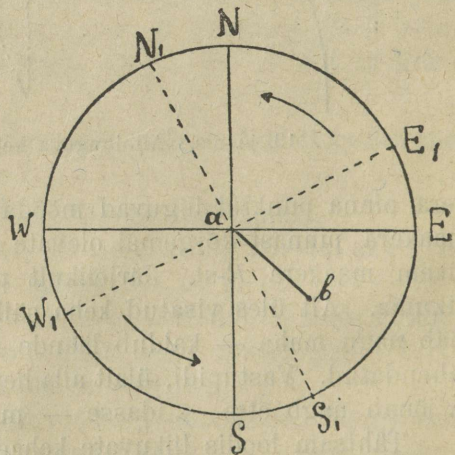
tagajärjel. Liigub keha põhja-poolkeral naba — poolitaja koosis, siis kaldub ta oma esialgselt suunast p a r e m a l e (vaadatud liikumissuunas) (14. joonis). Samuti kaldub kõrvale ka poolitajalt põhjanaba poole liikuv keha. Esimesel juhul liigub keha kohast, mille kiirus vähem, kohale, kus kiirus suurem, ning kaldub läände, paremale poole. Teisel juhul liigub ta ekvaatori poolt, mille punktide pöörlemise kiirus suurem pooluse lähiste punktide kiirusest, pooluse poole, ning kaldub idasse, paremale



14. joonis. Põhjust lõunasse liikuv keha kaldub paremale poole.

poole. Lõuna-poolkeral märkame vastupidist nähtust: keha kaldub p a h e m a l e poole oma esialgselt koosist.

Vaatlused tõendavad, et maakera pöörlemistung avaldab oma mõju ka kehadele, mis ei liigu meridiaanses sihis, vaid sellega nurgi. Prantsuse õpetlase Foucault' (l. fukoo, 1819—1868) maislikatse, korraldatud Pariisis (Pantheonis 1851. a.), näitas, et maakera pöörlemise mõjul pöördub silmaring põhja-poolkeral igas punktis vastu päeva, lõuna-poolkeral — päri päeva. Silmaringi pöörlemist me ei märka (miks?), nagu ei märka rongil



15. joonis. Silmaringi pöörlemine.

istudes selle liikumist. Sellevastu paneme tähele asjade kõrvalekaldumist nende esialgsest liikumissuunast (15. joonis).

Kokku võttes võiksime öelda: Iga keha, liikudes kaalus ükskõik mis suunas maakeral, kaldub põhja-poolkeral paremale ja lõuna-poolkeral pahemale, kui vaadata liikumissuunas. Kaldumise suurus oleneb ainult geograafilisest laiusest; ekvaatori all puudub ta, poolusel on ta kõige suurem.

Viimasel seadusel on suur tähtsus tuulte liikumise ja veevoolu kohta; sest tuul ja vesi jões on horisontaalselt liikuvad kehad. Maakera pöörlemistungi mõjul muutub põhjatuul (põhja-poolkeral) kirdetuuleks ja lõnatuul (lõuna-poolkeral) kagutuuleks (monsunid ehk mussoonid). Vesi sellevastu uhab paremat (ehk pahemat) kallast, mis muutub järsemaks, kuna pahem (lõuna-poolkeral — parem) madalamaks jääb.

Gloobus.

Ainuke täielik ja õige maakera kujund on gloobus, kus mandrid ja mered esinevad kumerate pindadena, nagu looduses, ja pikku- ja laiussihid lõikavad üksteist täisnurgi, säilitades oma õigeid suurussuhteid. Gloobusel selgub meile maakera telje asend, viltu ekliptika pinnale, poolused, poolitaja, pööri- ja nabajooned, pikkus- ja laiuskraadide suurus ja kujund, olgugi et lamendus oma väiksuse pärast silma ei paista. Gloobus selgitab meile maakera pöörlemist ümber telje, öö ja päeva tekkimist; samati selgub meile selle abil maakera tee ümber päikese ja aastaajad. Gloobusel näeme ka astronoomilisi kliimavöösid (valgustusvöösid), mandrite ja merede rajad, ükikute maa-alade asendit ja õiget kujundit, mandri pinna ja merede põhja üldist reljeefi, merehoovusi jne.

Esimese gloobuse valmistas juba Anaximandros 580. a. e. Kr. s. ja 150. a. p. Kr. s. seadis Ptolemäos kokku suurema ja laialdasema kirjelduse gloobuse ehitamise üle. Keskajal said tuttavaks kuulsad maateadlased Gerhard Mercator'i (1512—1594) taeva- ja maagloobused. Hiljemini püüti gloobused võimalikult suurtena valmistada, et sellega maakerast võimalikult õigemat pilti pakkuda. Hiiglagloobus oli ehitatud Pariisi näituseks (1889. a.) mõõtkavas 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. Ühtlasi näitas Pariisi gloobus, et säärase suurte gloobuste tarvitamine igapäevases elus on ikkagi ebapraktiline ja raske.

Väikestele gloobustele pole võimalik üles tähendada kõiki tarvilikke objekte. Sel põhjusel on juba vanasti tuntud vajadust maakera labapinnalise kujundi järele, millena esineb kaart.

Kaart.

Maakera labapinnaliseks kujundiks on kaart, mida on tarvitatud juba üpris vanal ajal nii kaubanduslikeks läbikäimiseks kui isiklike huvide otstarbel. Sõna „kaart“ on tulnud ladina-keelsest sõnast: charta, millega tähendati kirja. Ent juba XIV aastasajast 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, liikimisted jne. Sellele kujundile on aluseks kaardivõrk ja mõõtkava (vähendatud mõõt). Need võimaldavad meile leida teatava koha asendit, välja arvata pindalade suurust, mägede, jõgede, asulate jne. kaugust ja ulatust jne. Plastilised kujundused annavad meile aime maastikulistest suhetest, kõrgustikkudest, järskudest ja laugudest nõlvadest, sügavatest orgudest, madalikudest ja mägismaist, meredest ja kõrbedest.

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

Samati tuleb silmas pidada, kasutades kaardivõrku kauguste ja pindade väljaarvamiseks, pikkuskraadide vähenemist eemaldamisel poolitajast.

Projektsioonid.

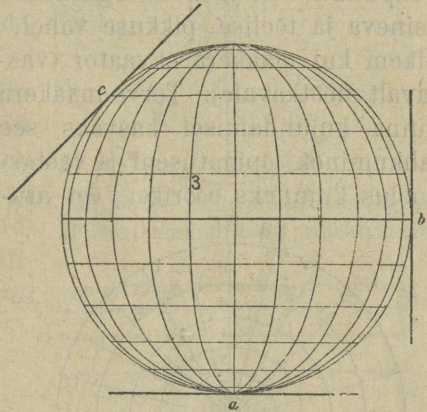
Kaardivõrgu kujundust labapinnale teatavate kindlate mateemaatiliste seaduste järele nimetame projektsiooniks. Maakera pinna kujundamine kaardile on ilma moonutusteta võimatu, nagu iga kerapinna laotamine labapinnale. Peame ainult püüdma võimalikult väheste vigadega edasi anda gloobuse kui maakera õige kujundi iseärasused. Need iseärasused on 1) samannurksus, 2) õigepikkus ja 3) õigepindsus. See tähendab, et gloobusel nurgad kahe vabalt võetud joone vahel on sama suured, kui vastavate joonte vahel olevad nurgad maakeral, ja et kaugused ja väljasuurused vastavad samule aimetele maakeral, võetud ainult mõõtkava suhtes.

Peab tähendama, et ühelegi kaardile ei ole võimalik neid gloobuse pea-iseärasusi esitada korraga koos, vaid ikka ainult osalt.

Projektsiooni valik oleneb maa-ala pinnasuurusest ja laiuskraadidest. Me võime kerapinda kujundada, projektida tasapinnale, mis kera teatavas täpis puutub või jälle teatavat joont mööda

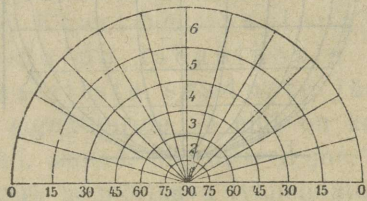
kulgeb, silindrile või kuhikule, mis kerapinda kas puutuvad või lõikavad. Silindri ja kuhiku pind, laotatud tasapinnaks, annab meile siis hariliku labakaardi. Nii saaksime kujunduspindade järele järgmised projektsioonid: a) tasapinnalised ehk asimutaalsed; b) silindrilised ja c) koonuselised (kuhikulised). Kõigis neis kolmes projektsioonis leiame õigepindseid, samannurkseid ja õigepikkusi projektsioone.

a) Asimutaalsed projektsioonid. Kerapinna ja tasapinna ühist punkti nimetame peapunktiks ning selle järele, kus asub see peapunkt maakeral, eraldame järgmised projektsioonid: 1) polaarsed — kui peapunkt pooluses, 2) ekvatoriaalsed — peapunkt ekvaatoril, ja 3) horisontaalsed — peapunkt mujal pooluse ja ekvaatori vahepeal (16. joonis).

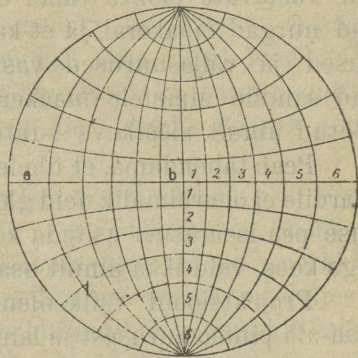


16. joonis. a — polaarne, b — ekvatoriaalne ja c — horisontaalne projektsioon.

Polaarses asimutaalses projektsioonis kujundatud kaardil koonduvad kõik meridiaanid kodaratena ühisesse peapunkti, paralleeljooned esinevad aga konsentriliste ringjoontena. Õigepikkustes — ekvidistantsetes — polaarseis asimutaalseis projektsioones on õigepikkused ainult meridiaanid. Laiussihid on aga pikemad kui maakeral (vastavalt mõõtkavale), sest nende joonestamiseks tarvitatakse raadiusena laiusnurgale vastavat meridiaani kaart, mis pikem on kui paralleeljoone tõeline raadius. Peapunktist kaugenemisega suureneb ikka ja ikka vahe kujundil esineva ja tõelise pikkuse vahel. Ekvaator oleks juba 1,5 korda pikem kui maakera ekvaator (vastavalt mõõtkavale). Terve maakera pinna kujundamisel kasvaks see lahkumine lõpmatuseni ja vastaspoolus kujuneks sõõriks. On aru-



17. joonis. Normaalne stereograafiline projektsioon.



18. joonis. Stereograafiline ekvatoriaalne projektsioon.

saadav, et ka pindalad sellel kaardil ei vasta oma väljasuurusega samadele aladele maakeral, vaid on palju suuremad.

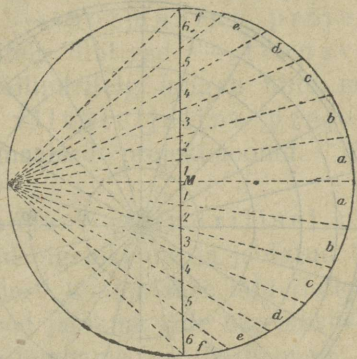
Õigepikkuses ekvatoriaalses asimutaalses projektsioonis on õigepikkused kõik peapunktist välja minevad jooned, ekvaator ja keskmeridiaan, mis ka esinevad sirgjoontena. Teised paralleel- ja meridiaanjooned on kaared ja ei ole enam õigepikkused, ent kraadide pikkus kasvab kaardi äärte poole. Samane lugu on ka horisontaalse projektsiooniga, kus esineb õigepikkusena ja sirgjoonena veel ainult keskmeridiaan ja kõik ulatused, mis välja lähevad peapunktist.

Õigepindsed — ekvivalentsetes — asimutaalsed projektsioonid annavad õiged väljasuurused, ent kaugused üksikute punktide vahel on moonutatud. Radiaalsed kaugused on lühe-

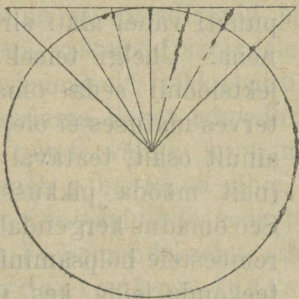
nenud, kuna tangentsiaalsed suurenevad vastavalt, andes ainult õigeid pindalasid. Kaugenedes kaardi keskpaigast lähenevad paralleeljooned üksteisele. See ei võimalda selles projektsioonis kujundada tervet maakera pinda.

Õigepindsel ekvatoriaalsel asimutaalsel projektsioonil esinevad sirgjoontena veel ekvaator ja keskeridiaan, teised kaardivõrgu jooned on kaared. Meridiaanid lähenevad teineteisele kaugenedes keskeridiaanist.

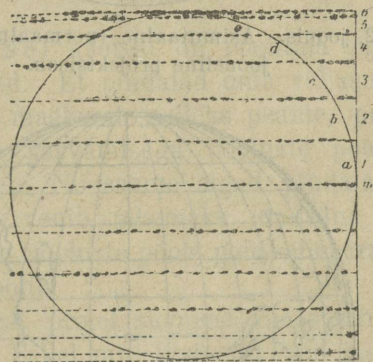
Samanurkses asimutaalses projektsioonis kaugenevad üksteisest kaardi ääre poole kaardivõrgu jooned, mille tagajärjel suurenevad kaardivõrgu silmad, kasvavad pindalad (17. ja 18. joon.). Geograafiliste kaartide joonistamiseks on



19. joonis. Kiirte siht stereograafilises (samanurkses) projektsioonis.



20. joonis. Kiirte siht keskkohalises projektsioonis.



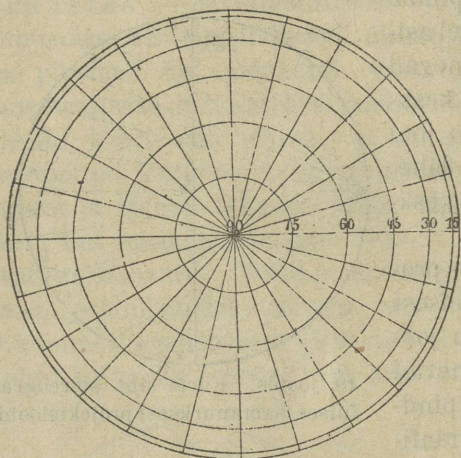
21. joonis. Kiirte siht rõhtjoonelises projektsioonis.

mainitud projektsiooni sel põhjusel vähe tarvitatud; seda enam on ta kohane taevakaartidele.

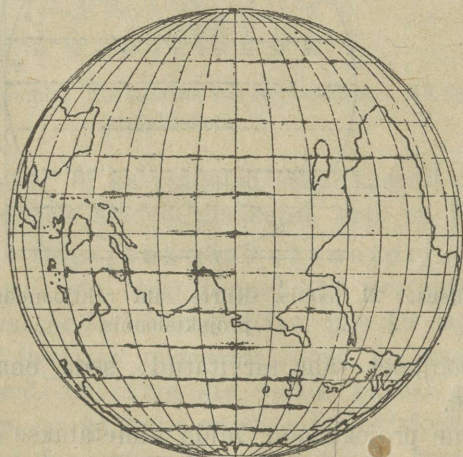
Samanurkne asimutaalne projektsioon, mida nimetatakse ka stereograafiliseks, on ühtlasi ka perspektiivne projektsioon, kus vaatleja silm asub teisel pool kerapinnal diametraalselt vastu projektsioonipinda (19. joon.).

Teistest perspektiivseist projektsioonest leiavad laiemat tähelepanu veel 1) keskkohaline (sentraalne) ehk gno-

moonne, kus vaateleja silm asub kera keskpunktis, ja 2) rõhtjooneline ehk ortograafiline projektsioon, kus vaateleja silm aset on lõpmatus kauguses (20. ja 21. joon.).



22. joonis. Asimutaalne (normaalne) rõhtjooneline projektsioon.



23. joonis. Transversaalne (ekvatoriaalne) rõhtjooneline projektsioon.

Esimeses neist projektsioonest kasvab vahe kaardivõrgu joonte vahel ääre poole väga kiirelt; nii pole tervet poolkera võimalik kujundada ses projektsioonis. Harilikult ei laiendata teda palju üle ühe kuuendiku maakera pinnast. Ometi on sellel projektsioonil üks vääramata hea omadus, mis teeb ta laialt vastuvõetavaks eriti meremeestele. Nimelt avaldub neil kaartidel lühem tee maakera kahe punkti vahel alati sirgjoonena. Ühelgi teisel projektsioonil seda omadust terves ulatuses ei ole, vaid ainult osalt, teataval sihil (näit. mööda pikkussihte). See omadus kergendab meremeestele hõlpsamini oma teekonda leida, kes, ühendades joonelauga sõidu alg- ja lõppkohad, alati võivad määrata, missugusi nurgi nad peavad löikama pikkus- ja laiussihte.

Vähem tarvitatav on ortograafiline projektsioon. Selles projektsioonis pais-

tab meile kuu pind, mille tõttu ses projektsioonis kujundatakse planeetide kaardid (22. ja 23. joonis).

b) Silindrilised projektsioonid. Silindril võib kerapinnaga olla ühine joon, kui ta seda puutub väljastpoolt, kaks ühist joont, kui ta lõikab kerapinda. Selle juures võib silindri telg, võrdlemisi maakera-teljega, olla kolmes asendis: 1) maakera pöördtelg ja silindritelg ühtivad — normaalne projektsioon, 2) ekvaatori- ja silindritelg ühtivad — transversaalne projektsioon, ja 3) silindritelg langeb ühte mõne teise suure ringjoone teljega — viltuteljeline projektsioon. Tarvitavamad on normaalsed projektsioonid. Neist nimetame mõned.

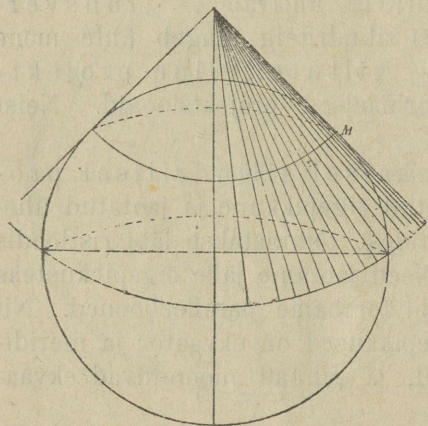
1) Õigepikkusel normaalsel silindrilisel projektsioonil on ekvaator võetud õigepikkune ja jaotatud ühesugusteks osadeks. Jaotuspunktidest tõmmatakse läbi ristloodis õigepikkused meridiaanid. Need jaotame jälle õigepikkusteks osadeks, mille jaotuspunktist läbi tõmbame paralleeljooned. Nii saame ruut-labakaardi, kus õigepikkused on ekvaator ja meridiaanid, laiussihid aga on pikemad, ja pinnad moonduvad ekvaatorist kaugenemisega tublisti.

2) Lamberti samaväärsel kaardil on poolitaja õigepikkune ja meridiaanid paralleelsed. Et pindalad oma väljasuurusega vastaksid samadele aladele maakeral, selleks peame, proportsionaalselt pikkussihide vahe kasvamisega pooluste poole, lühendama vahet laiussihide vahel. Nii saame õiged pindalad; ent nende väline kuju moonduv, venib pikemaks ida-lääne ja lüheneb põhja-lõuna sihis. Kaugele pooluste poole pole sellepärast otstarbene laiutada seda projektsiooni.

3) Samanurkseist silindrilistest projektsioonest oleks tähtis Mercaatori projektsioon. Sellel projektsioonil jääb laeva kurs kogu teekonnal muutumatuks, mil põhjusele ta suurt pooldamist leiab merimeestelt. Meridiaanid on, nagu eelmiseski, paralleelsed. Pikkuskraadid ei lühene siin põhjale ja lõunale lähenedes, nagu see loomulikule kerapinnale kohane, vaid jäävad samasugusteks kui ekvaatoril. Et nurgad, ükskõik mis suunas võetud joone ja pikkus- ning laiussihide vahel, püsiksid ühesugustena, tuleb suurendada vahet vastavalt meridiaani vahede kasvamisele pooluste poole. Nii ei jää lauskraadid sellel projektsioonil muutumatuks, nagu see on kerapinnal; pooluste juures peaksid nad olema lõpmata pikad. Pooluste lähedad pindalad

suurenevad siin lõpmatuseni; sellepärast ei tarvitata seda kaarti ka suuremate laiuste all olevate alade joonistamiseks.

c) Koonuselised projektsioonid. Koonuselised projektsioonid on analoogilised silindrilistele (joon. 24). Õieti on silindrilised ja tasapinnalised projektsioonid koonuseliste projektsioonide äärmised juhused.

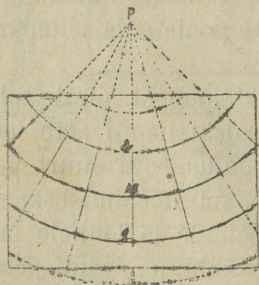


24. joonis. Koonusprojektsioon.

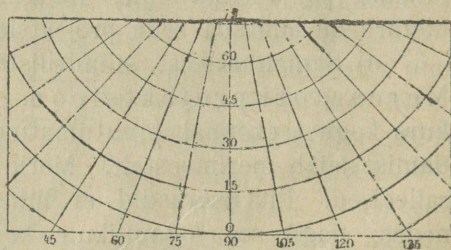
Peaks koonuse pind kerapinda mööda ekvaatorit puutuma, siis kaugeneb koonuse tipp lõpmatusse ja me saame silindri. Lähendaksime koonustipu poolusesse ehk üldse maakera pinnale, siis muutub koonuse pind tasapinnaks, mis puutub kerapinda.

1) Harilikus normaalses õigepikkuses koonusprojektsioonis esinevad pikkussihid sirgjoontena, mis koonduvad ühisesse keskpunkti—

koonuse tippu (25. ja 26. joon.). See keskpunkt on laiussihtidele, mis ringjoonte kaared, keskpunktiks. Paralleeljoon, mida mööda koonus kerapinda puutub ja mida nimetatakse keskparral-



25. joonis. Normaalne koonusprojektsioon.



26. joon. Normaalne koonusprojektsioon.

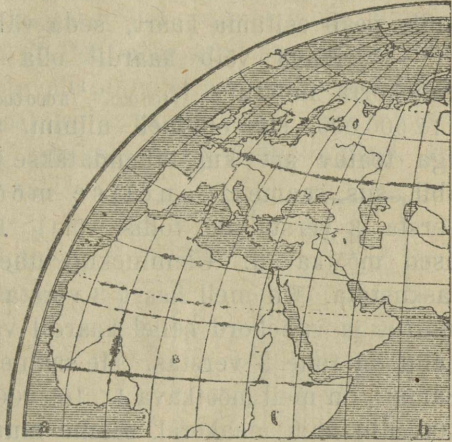
leeliks, on õigepikkune. Selle jaotuspunktidest tõmmatud õigepikkused meridiaanid lõikavad teda täisnurgi, nagu see on kerapinnal. Teised paralleeljooned, peale keskparralleeli, pole mitte

enam õigepikkused, vaid pikemad, mille tagajärjel ka kraadisilmuste välja suurus ei vasta õigetele.

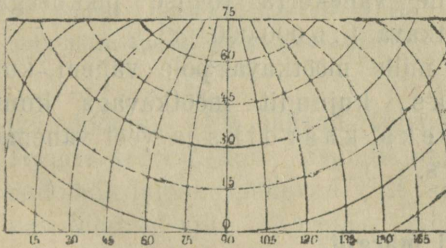
De l'Isle'i (döliili) koonuselises projektsioonis on õigepikkusteks valitud kaks laiussihti, mis äärtelt ja kaardi keskpalleelilt ühekaugusel. See viis võimaldab nii õigepindseid kui ka samanurkseid projektsioone joonistada. Lamberti õigepindses koonuselises projektsioonis lähendatakse laiussihid seda enam üksteisele, mida kaugemal nad on poolusest (27. joon.).

Koonuselised projektsioonid on leidnud eriti suurt vastuvõtlikkust kartograafide juures. Mitmed neist on modifitseeritud ja esinevad pea kõigis kooliatlaseis. Üks sääraseist on Bonni projektsioon (28. joon.). Siin on keskmeridiaan jaotatud õigepikkuslikult.

Jaotuspunktidest tõmmatakse laiussihid, mis ka õigepikkuslikult osadeks jaotatakse, nii et meridiaanide vahed õigetena säilivad. Jaotuspunkte ühendades saame pikkussihid, mis kujunevad kõverataolistena. Sealjuures suureneb meridiaanide kumerus keskmeridiaanist kaugemale minekul. See projektsioon on õigepindne ja teda kasutatakse väga tihti ilmajagude kujundamiseks. Puuduseks on, et nurgad kraaditrapetsis, eraldi pahemal ja paremal kaardi äärel, täisnur-



27. joonis. Lamberti koonusõigepindne projektsioon.



28. joonis. Bonni õigepindne projektsioon.

gast tunduvalt erinevad. Sel põhjusel moondub maa-alade kuju seal tugevasti.

Mõõtkava.

Kaart on maapinna vähendatud kujund. Vähendamise vahekorra näitaja on mõõtkava. Kaardi täpsuse aste ja peenuste hulk avaldub ainult mõõtkavas. Mida laialdasem on maa-ala, mille peab esitama kaart, seda vähem tuleb võtta ka mõõtkava.

Mõõtkava võib kaardil olla kahesugune. Märgime meie 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 mõõtkava. Kui aga teatav arv km tähendatakse kaardil mõne kindla joonekese abil, siis saame joonelise mõõtkava; nii 1 verst tollis, 2 versta, 3 versta jne. tollis, või $\frac{1}{2}$ km sentimeetris oleksid joonelised mõõtkavad. Üleminekud ühest mõõtkavast 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 mõõtkava 1 : 126 000. Samati, on meil mõõtkava 1 : 100 000 000, s. o. 1 mm kaardil vastab 100 milj. mm maakeral, saame muutes 100 000 000 mm kilomeetriteks, et 1 millimeeter kaardil vastab 100 km ehk 1 sm — 1000 km.

Harilikult on mõlemad mõõtkavad märgitud kaardile. Puudub aga mõõtkava kaardil, siis võime seda kergesti ise välja arvata. Mõõdame millimeetrites kahe paralleeljoone vahe keskmereidiaanil. Olgu, näiteks, paralleeljooned tõmmatud iga 5 kraadi takka ja olgu nende vahe 111,2 mm, siis saame ühe kraadi pikkuse 22,24 mm. Võttes selle vahekorra tõelise pikkusega (22,24 : 111 200 000) saame mõõtkava 1 : 5 000 000.

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

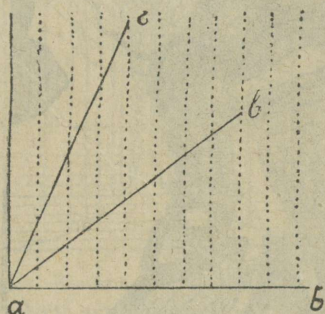
Kaardi märgid.

Geograafilised objektid 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 moodustused. Kaardil saame kasutada ainult

kaht mõõtu, pikkust ja laiust, joonistades üles ainult põhilõiget.

Eriti on teinud raskust maapinna reljeefi — ebatasasuse — ülesmärkimine. Kuni 18. a. s. lõpuni tehti seda mutimulla-hunnikute näol. Mõni aeg hiljemini astusid selle asemele reljeefi kujundamiseks väikesed ühepikkused, ent 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



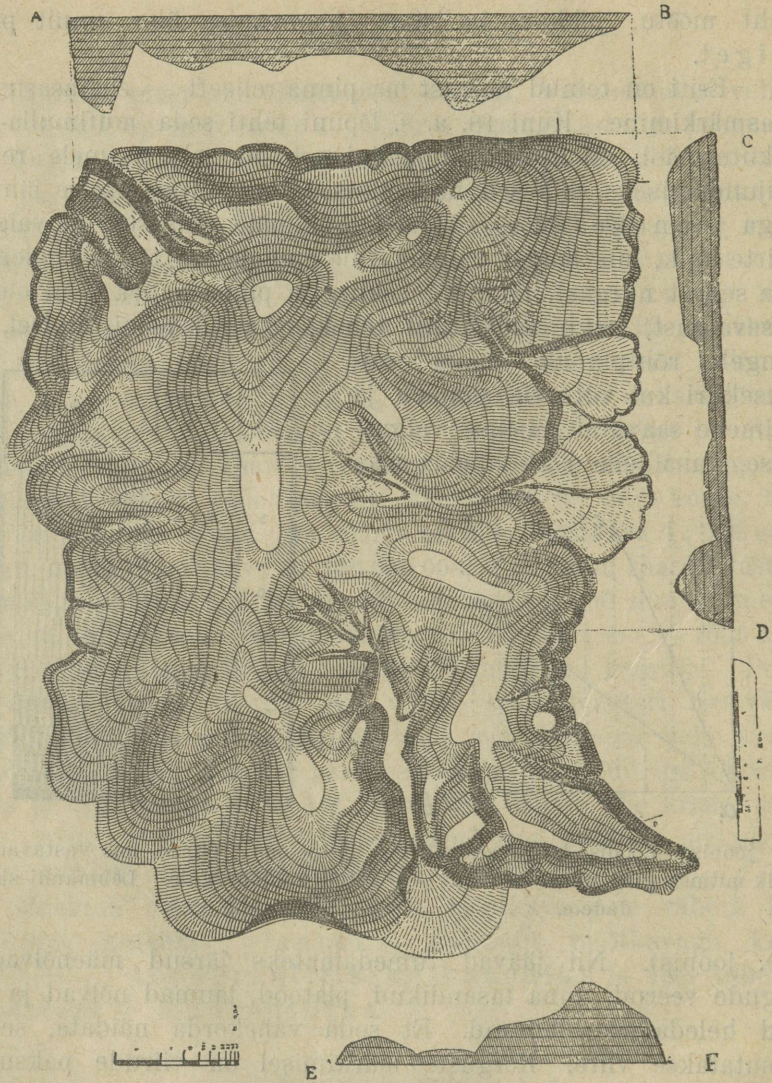
29. joonis. Loodis langevate kiirte hulk mitmesugusi nurgi asuvaile pindadele.

(29. joonis). Nii jäävad tumedamateks järsud mäenõlvad ja orgude veerud, kuna tasandikud, platoonid, laumad nõlvad ja veerud heledamaks lähevad. Et seda vahet näidata, selleks kasutatakse viire. Kõrguste märkimisel on viirude paksus ja kahe kõrvuoleva viiru vahe teatavas kindlas suhtes, mis vastab nõlva kaldenurgale (30. 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

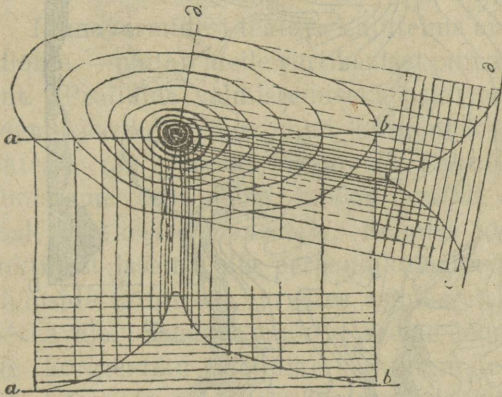
Kaldak. kraad.	Joone laius.	Vahe laius.	Viirud.
5	1 : 8		
10	2 : 7		
15	3 : 6		
20	4 : 5		
25	5 : 4		
30	6 : 3		
35	7 : 2		
40	8 : 1		
45	9 : 0		

30. joonis. Viirud, mis vastavad teatud kaldenurgale. Lehmanni skaala.



31. joonis. Viirud. Otsige üles kolm tähtsamat mäelatva. Missugune on kõige kõrgem? Missugused orud ulatuvad kõige kaugemale kõrgustikku? madalikkudest (31. joonis). Sellepärast tarvitatakse suurte maa-alade kaartidel, kus on võimatu nõuda peenusi ja suurt täpsust, pinna reljeefi märkimiseks varjundamist. Järsemad alad varjundatakse tugevamini, laumad heledamini.

Täiesti täpsatel topograafilistel kaartidel märgitakse kõrgendikud isohüpsidega — samakõrguste joontega. Kujutleme, nagu oleks maapind ühepaksusteks kihtideks lõigatud horisontaalsete pindadega (32. joonis). Nende pindade äärjooned, projektitud horisontaalpinnale — kaardile, annavadki isohüpsid ehk samakõrguste jooned (ka horisontaalideks nimetatud). Isohüpsid lähenevad seda enam üksteisele, mida suurem on kõrgendiku kaldenurk (31. ja 33. joonis). Laumatel veerudel eemalduvad nad üksteisest. Isohüpsid näitavad meile 1) kõrgendiku kaldenurgad, 2) üksikute punktide kõrguse ja 3) kõrgendiku üldise



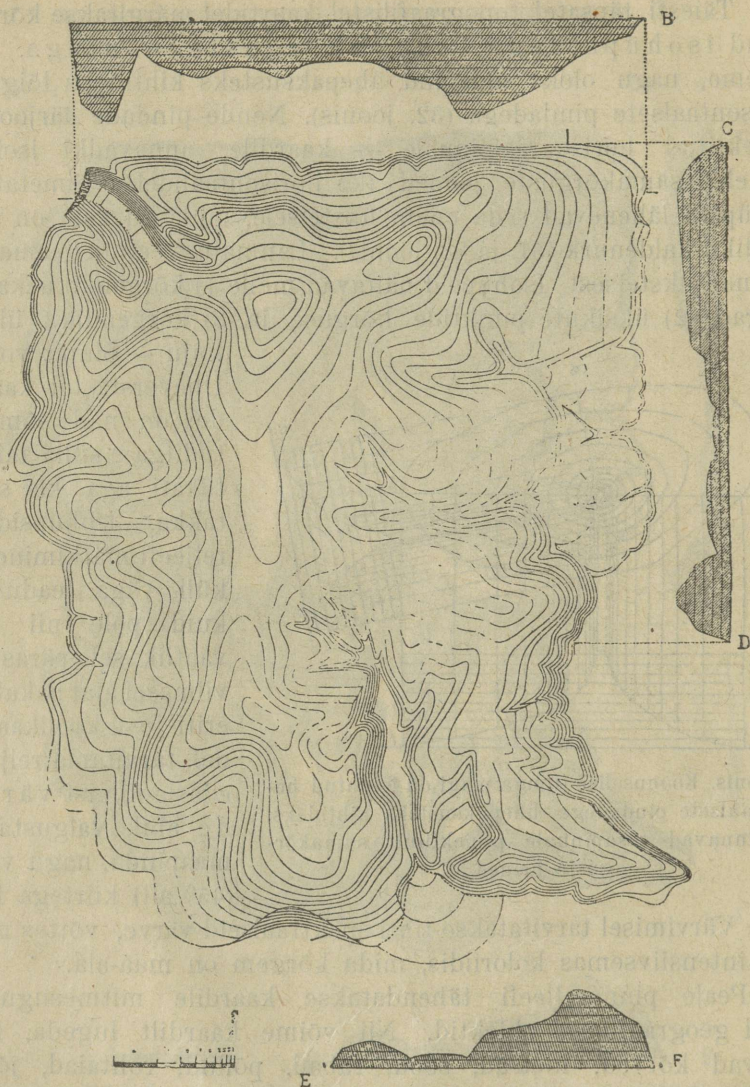
32. joonis. Koonuselise tipuga mägi on lõigatud horisontaalsete pindadega ühepaksusteks kihtideks, mis annavad tasapinnale projektitult samakõrguste jooned.

kuju — pinna vormi. Üheverstastel kaartidel on nad tõmmatud iga 2 sülla takka, tükati aga ka sülla takka. Isohüpsidega reljeeffi märkimine on küll väga teaduslik, kuid pole nii ülevaatlik; sellepärast on viimasel ajal hakatud, eriti just koolikaartidel, tarvitama reljeeffi edasiandmist värvide abil, valgustades maapinda, nagu viltu (45° all) kiirtega loo-

dest. Värvimisel tarvitatakse tihti spektraalseid värve, võttes neid seda intensiivsemas koloriidis, mida kõrgem on maa-ala. Peale pinnareljeeffi 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. Objektide rohkus, nagu eespool mainitud, on olnud mõõtkavast.

Reljееf.

Mõnda vähemat maa-ala võiksimme kujundada ka savist, gipsist jne., andes sealjuures kõigile kujundatavatele objektidele



33. joonis. Samakõrguste jooned. Pange tähele, missuguseid jooni mööda on tehtud profiilid AB, CD ja EF. Tehke profiil läbi kahe kõrgema mäeladva nendele vastava ruumi. Säärast kujundit nimetame reljeefiks. Suurte maa-alade reljeefide juures ei suuda vertikaalne liigestus küllalt mõjukalt avalduda laialdase horisontaalse ula-

tuse kõrval. Seal tuleb meil vertikaalset mõõtkava tihti suurendada, võrreldes horisontaalsega. Eestimaa kaardil mõõtkavas 1:42 000 oleks Suure Munamäe kõrgus reljeefil 8 mm, Emumäel aga 4 mm. Ometi oleks selle kaardi laius umbes 6 m. Harilikul koolikaardil 1:315 000, millel oleks Eestimaa kujundatud reljeefselt, paistaks S. Munamäe kõrgus ainult 1 mm kõrgusena, teised kõrgendikud avalduksid veel vähemate ebatasasuste näol, mis vaevalt silma paistaksid. On arusaadav, et säärasel juhusel tuleb vertikaalset mõõtkava 2, 3, 4 jne. korda suurendada.

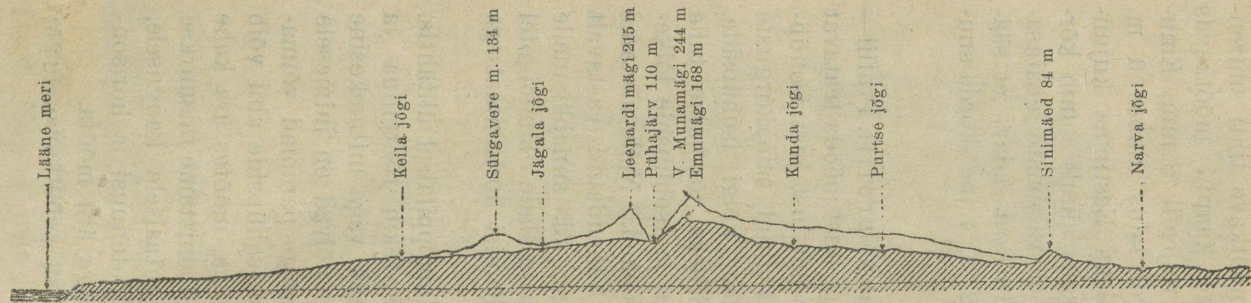
Läbilõige.

Pinnavormidest teatava kujutelma annab ka profiil. Profiil — läbilõige — näitab meile vertikaalset pinnaliigestust mööda teatavat joont. Profiilide valmistamiseks pakuvad võimalust just isohüpsidega kaardid. Olgu meil kõrgendik märgitud samakõrguste joontega (32. joonis). Joon *ab* lõikub läbi kõigi isohüpside. Valmistame seda joont mööda profiili. Selleks tõmbame talle vabalt paralleelse joone a_1b_1 . Eelmise joone ja isohüpside lõikepunktidest laseme alla perpendikulaarsed jooned. Neile asetame isohüpside kõrgused, arvates esimesest ja vähendatud vastavalt mõõtkavale. Saadud punktid seome joonega, mis annabki meile selle kõrgendiku läbilõike. Suuremate maa-alade läbilõigetel tuleb kõrguste mõõtkava suurendada võrdlemisi horisontaalsega (34. ja 35. joonis).

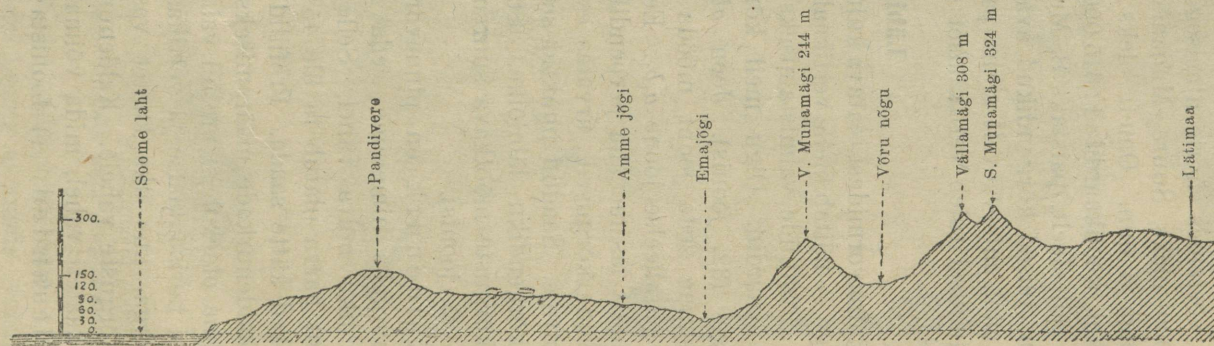
Kaldenurk on pinnavormide tundmaõppimisel ülitähtis. Kaldenurgaks nimetame seda nurka, mis tekib rõhtpinna ja kõrgendiku nõlva vahel. Selle suurus võib väga mitmekesine olla, ent harva ulatub ta üle 45° . Järsemad nõlvad on inimesele ka rasked kätte saada. Profiilid annavad kõige paremad võimalused kaldenurkade määramiseks. Kuid ka isohüpside abil võib seda ilma otsekohest profiili valmistamata teha, mõõtes ära kahe isohüpsi horisontaalse ja vertikaalse vahe. Joonistame täisnurkse kolmnurga, kus üks kaatet vastaks horisontaalsele kaugusele, teine kõrguste vahele. Kaldenurk tekib hüpoteenuusi ja horisontaalse kaateti vahel, mida võimalik on malliga ära mõõta.

Ülesanded: 1) Joonista elutoa plaan mõõtkavas 1:25; 1:100.

2) Selgita, mis on plaan.



34. joonis. Maapinna läbilõige Haapsalust Narva jõeni, peale projektitud kõrgused Tahkuranna—Võõbsu liinilt.
Pikkusmõõt 1 : 2 000 000; kõrgus mõõt 1 : 20 000.



35. joon. Maapinna läbilõige Kundast üle Välke-Munamäe Suur-Munamäele.
Pikkusmõõt 1 : 2 000 000; kõrgusmõõt 1 : 20 000.

3) Kui pikk on linnaplaanil joon, mis vastab ühele kilomeetrile?

4) Mitu meetrit oleme ära käinud, kui linnaplaanil meie tee pikkus on 4 sm, 6 sm, 10 sm?

5) Missuguseid värve tarvitatakse linnaplaanil ja mida nad tähendavad?

6) Arva plaanilt (kaardilt) oma igapäevase koolitee pikkus välja.

7) Märgi vihikusse, mida sa näed reisisid mööda raudteed Tartust Tallinnasse? Emajõe mööda Peipsist Võrtsjärve.

8) Märgi omale vihikusse, missuguseid märke leiad kodumaa kaardilt.

9) Arva Euroopa kaardi mõõtkava välja keskmeridiaani kraadi pikkuse järgi.

10) Arva, mitu km on sentimeetris kaartidel mõõtkavas 1:200 000; 1:3 000 000; 1:45 000 000.

11) Arva, missugune oleks arvuline mõõtkava, kui joonelis on 50, 75, 100 km sentimeetris.

12) Kujunda mõni nähtud mägi või kink savist, gipsist ja märgi tindiga sinna isohüpsid.

13) Joonista läbilõige raamatus antud samakõrguste joonte järele (33. joonis).

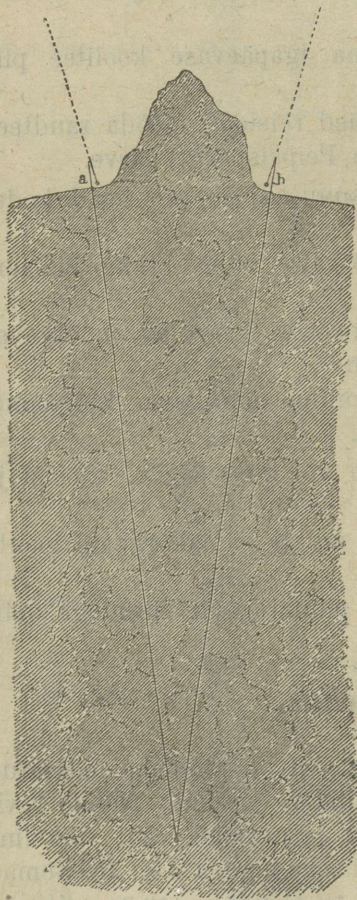
14) Selgita, mis puudused on pinnareljeefi viirudega märkimisel.

Maakera tihedus.

Vahetumalt, otsekoheste katsete abil on kindlaks määratud ainult maakoore kõige pealmiste kiviliikide erikaal. Nende kiviliikide erikaal kõigub peaaesjalikult 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), esitavad oma vähesuse tõttu inimesele kättesaadavas maakoore osas üpris tähtsusetu osa erikaalu peale. Ometi on terve maakera erikaal palju suurem, nimelt **5,6**. Järjekult peab maakera süda (barisfäär) sisaldama palju rohkem raskemaid metalle, mille keskmine erikaal ulatuks vahest kuni 11-ni; siis oleks võimalik saada üldise keskmise erikaalu 5,6.

Terve maakera massi saame teada külgetõmbe- (gravitatsiooni-) seaduse abil. Kahe massi (M ja μ) külgetõmbe-tung (A) võrdub (k) masside kordse tulemusega, jaotatud nende raskuspunktide kauguse (R) teise astmega:

$$A = k \frac{M\mu}{R^2}$$



36. joonis. Mäe mõju loe peale.

Olgu A maakera massi M külgetõmbe-tungi suurus vähema kehamassi μ (näiteks loe, vihi, kuuli jne.) peale, mis asub maakera pinnal raadiuse R kaugusel maakera raskuspunktist. Laseme mõne teise teatava massi m (näiteks suurema kuuli, mäe jne.) teatava r kauguselt massi μ peale mõjuda külgetõmbe-tungiga a , siis suhtuvad mõlemad külgetõmbe-tungid:

$$A : a = k \frac{M\mu}{R^2} : k \frac{m\mu}{r^2},$$

saame

$$M = R^2 \frac{m}{r^2} \cdot \frac{A}{a}$$

Maakera massi M leiame, kui välja arvame suhte $A : a$, sest teised tegurid (R , r , m) on tuntud.

Suhte $A : a$ kindlaksmääramiseks on tarvitatud mõnda viisi. Esiotsa kasutati selleks mõne üksiku, eraldatud mäe, mille mass eestkätt kindlaks määrati, külgetõmbe-tungi loe peale (Maskelyne ja Hutton Shotimaal 1774—1776) (36. joonis). Pärast vaadeldi maisli

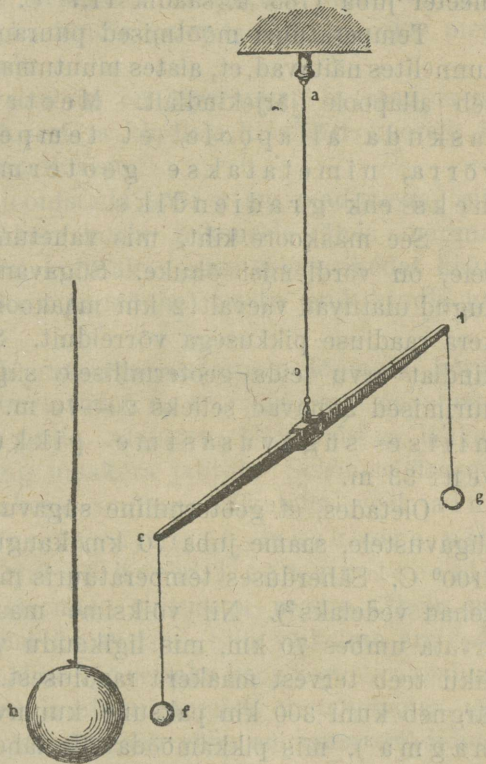
kõikumist mäe otsas, tasandikul ja mäekaevanduses. Neil juhu-
seil on keha m massiks mäe või maapealse ja maa-aluse vaatluskoha vahel oleva maakoore mass. Viimasel ajal on tehtud katseid kunstlikkude metallkehadega, millede mass tuntud. Mõjudes

nendega keerdkaalude peale järeldati ka maakera keskmine tihedus (Jolly Münchenis) (37. joonis).

Ülesanne: Arvata välja, kui palju kaalub maakera.

Maakera sisemine temperatuur ja ehitus.

Maakera pinna ülemiste kihtide temperatuur on täiesti tingitud kahest tegurist — päikese soendamisest (insolatsioonist) ja jahtumisest (kiirgumisest). Nende tegurite vastastikul mõjul tekivad temperatuuri kõikumised maakoos, mis pikkamööda mõnesuguse hilisuse ja nõrgenemisega anduvad edasi ka kaugemaisse kihtidesse. Päevased temperatuuri kõikumised ei küüni harilikult kaugemale, vaid piirduvad üsna pinna-pealsete kihtidega, aastane temperatuuri kõikumine avaldub juba ka sügavamais maakoore osades, kadudes lõppeks kihis.



37. joonis. Metallkeha *h* mõju vähema keha *r* peale.

muutumatus — neutraalses

On õhu t^0 kõikumised suured, siis avaldub see ka sügavamais maakoore kihtides. Maa-aladel, nagu troopika all, kus õhu-temperatuur võrdlemisi ühetasane ja ainult tähtsuseta kõikumisi teeb, asub muutumatu kiht kõigest mõne meetri sügavusel. Ent juba parajas kliimavöös leiame selle kihi 15–20 m kaugusel pinna all ning kontinentaalse kliimaga aladel kõrgemais laiusis 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 näitab termomeeter juba 1783. a. saadik $11,7^{\circ}$ C.

Temperatuuri mõõtmised puuraukudes, mäekaevandustes ja tunnelites näitavad, et, alates muutumatus kihist, temperatuur tõuseb allapoole järjekindlalt. Meetrite hulka, mis tuleb laskuda allapoole, et temperatuur kerkiks 1° C võrra, nimetatakse geotermiliseks sügavusastmeks ehk gradiendiks.

See maakoore kiht, mis vahetumalt allub inimese uurimisele, on võrdlemisi õhuke. Sügavamad kaevandused ja puuraugud ulatuvad vaevalt 2 km maakoore¹⁾, mis tühine on maakera raadiuse pikkusega võrreldult. Sellepärast ei ole suudetud kindlat arvu leida geotermilisele sügavusastmele. Viimase aja uurimised annavad selleks 20—70 m. Keskmiseks geotermilise sügavusastme pikkuseks loetakse aga seni 33 m.

Oletades, et geotermiline sügavusaste on sama igasuguste sügavustele, saame juba 70 km kaugusel maakera sisemuses üle 2100° C. Säherduses temperatuuris muutuvad kõik meile tuntud kehad vedelaks²⁾. Nii võiksimme maakera kindla koore paksust arvata umbes 70 km, mis ligikaudu vahest ühe üheksakümnendiku teeb tervest maakera raadiusest. Sellele õhukesele koorele järgneb kuni 300 km paksune kuumvedel pudrutaoline mass — magma³⁾, mis pikkamööda üle läheb maakera tuumaks. Misuguses olekus on maakera tuum — on teadmata. Võime seda ainult oletada. Vähemalt peaks seal valitsema üle $100\,000^{\circ}$ C temperatuur ja üpris suur rõhumine. See t^o on kõrgem kõigi kehade kriitilisest temperatuurist, mis põhjusel ka kõik kehad

1) Sügavamad augud maakoores on: Przibramis Böömimaal — 1130 m, vasekaevandus Ülemjärve lähedal USA-as 1500 m, Melbourne'i lähine Bendigo kullakaevandus 1597 m ja Czuchovi puurauk lõuna pool Gleivitz'i Ül.-Sileesias 2240 m. Viimases augus oli kõrgem t^o $83,1^{\circ}$ C 2220 m sügavusel, andes geotermiliseks gradiendiks 32 m.

2) Kõrgem sulamistemperatuur on: raud — 1600° C, plaatinal — 1780° C, iriidiumil — 1950° C ja graniidil — 2000° C.

3) Magma — greeka keeli: tainas.

seal, vaatamata suure rõhu peale, peaksid olema gaasitaolises olekus. See gaas seisab suure rõhumise all; nii ei võiks ta molekulid sugugi ehk õige vähe liikuda. Selle tõttu läheneks ta oma tihedusega kindlatele kehadele. Niisugust olukorda, kus aine oleks gaasi ja ühtlasi ka kindla keha taoline, ei oska meie maakera pinnal ette kujutada.

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

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

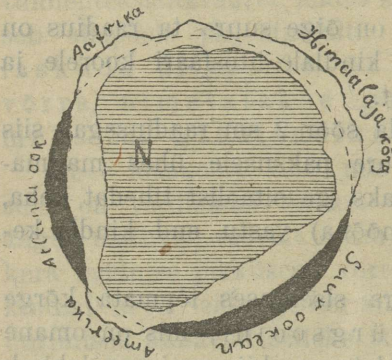
Nagu näeme, valitseb maakera sisemuses lõpmata kõrge temperatuur. See on niinimetatud ürgsoojus, mis on omane makerale juba ta algusest peale. Alatasase kiirgumisega lahkub seda soojust ilmaruumi, ning maakera jahtub. Sisemise ürgsoojuse kõrval esinevad maakera soojuse allikatena veel aine koondumine jahtumise tagajärjel, maakoore nihked mägede tekkimise mõjul ja keemilised protsessid.

Ühenduses maakera sisemise ehitusega peame tähele panna ka ta aine mitmekesisist koosseisu. Siin võiksime eraldada kolm vööd. Ülemine — pinnaline vöö seisaks koos kerge erikaaluga ainetest ränist (siliitsiumist) ja alumiiniumist, moodustades niinimetatud „séal“ kihti; sellele järgneb vähe suurema erikaaluga räni (siliitsiumi) ja magneesiumi kiht — „sima“, ning lõpuks tuleks tüse rasketest ainetest maakera-tuum, mis koos seisab peaaesjalikult rauast (Ferrum) ja niklist ning mida „nife“ kut-
sutakse.

Et maakera tuum tõesti valdavamalt rauast ja niklist koos, seda tunnistab mitte ainult ta suur erikaal, vaid ka maamagnetismi nähtused. Samati on ka kõik meteorid, purunenud ilmakehade osad, mis sattunud makerale, koos peaaesjalikult rauast ja niklist.

Masside jaotuse üle maakooses (litosfääris) võimaldavad meile täpsaid järeldusi teha raskustungi mõõtmised. Need mõõtmised lubavad meile välja arvutada igale laiuskraadile vastava

normaalse raskustungi suuruse ja sellest kõrvale kaldumised. Tundes aga kõrvalekaldumisi võib kergesti leida ka selle põhjusi. Need mõõtmised, viidud merepinnale, oleksid pidanud näitama, et mägedel, kus mass suurem, külgetõmbetung ka on tugevam kui tasandikkudel ja meredel. Ometi on leitud, et külgetõmbejõud on ka mägedel normaalne. Siis peame mägede suurema massi külgetõmbetungi vähesuse panema selle aine vähema tiheduse arvele, mis tasandab külgetõmbetungi, kuna tasandikkude merede all, kus mass vähem, sellevastu aine tihedam. Nii valitseb aine jaotusel maakeral teatav tasakaal (38. joonis).



38. joonis. Tasakaal mandrite ja ookeanide vahel.

Ülesanded: Missugune t^0 valitseb 4 km, 10 km, 100 km, 1000 km, 6000 km sügavusel?

Maakera tekkimine.

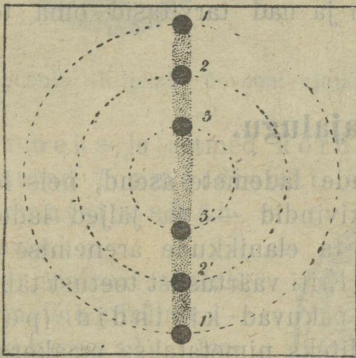
Maakera tekkimine kaob tundmata minevikku, ning võimatu on järeldada isiklikest tähelepanekuist, mis teel võis moodustuda maakera; sellepärast tuleb leppida ainult oletustega, hüpoteesidega. Laialdast poolehoidu on leidnud oma lihtsusega niim. nebulaarhüpotees¹⁾ ehk udukogude hüpotees.

Nebulaarhüpotees sõlmib tekkimislooliselt (geneetilisel) ühiseks koguks kõik päikesesüsteemi osad. Ta arvamise järgi on päikesesüsteem kujunenud ühisest udukogust, mille taolisi veel praegu on leida ilmaruumis. See udukogu oli kõrge temperatuuriga ja pöörles oma telje ümber. Jahtumise ja aine koondumise tagajärjel kiirenes pöörlemine ja keha omandas tugeva lamenduse. See viis lõpuks mõne pöörleva sõõri eraldumisele

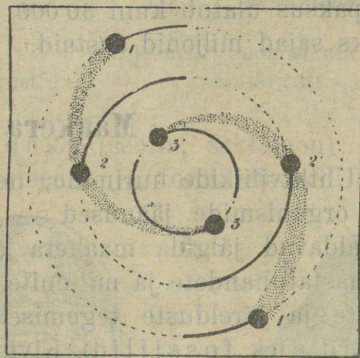
1) Nebula — udu. Seda hüpoteesi nim. ka Kant-Laplace'i hüpoteesiks. I. Kant, Saksa mõttetark (1724—1804), avaldas esimesena selle 1755. a.; pärast töötas selle kallal veel inglise astronoom Herschel ja kindla süsteemina esitas ta prantsuse matemaatik Laplace, omas „Exposition du système du mond“.

keskkehast. Ringid purunevad ja koonduvad planeetideks, mis igatiks omakorda sama arenemiskäigu läbi teeb (Saturni rõngad). Nende ringidest moodustuvad kuud (39. ja 40. joonis).

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 koort, mis alatasa pakenes. Kuumvedel magma, litsutud jahtumisel kokkukiskuva koore alla, tungib viimasest osalt välja maakoore pinnale, osalt tardub



39. joonis. Päikesesüsteemi tekkimine.



40. joonis. Päikesesüsteemi tekkimine.

maakoore sees, lõhedes ja tühikuis. Temperatuuri alatasane alanemine võimaldas veeaurudele koonduda, veele tekkida, millest madalamais kohtades sündisid mered ja ookeanid. Oli temperatuur alanenud alla 50°C , võisid tekkida esimesed elusad olendused (miks mitte varemini?).

Tekkis maakoore, mis koos seisis suurtest rasketest mineraalmassidest, kust leitakse loomade ja taimede kivilikud jäänuksid. Neid masse nimetame kivilikideks ehk kivilikuks. Osa neist kivilikidest, tihti kõige pealmised, välimised, on tekkinud elusate organismide, õhu ja vee mehaanilise ja keemilise tegevuse tagajärjel ja moodustavad uht- ehk settekivilikud. Nad on ikka harilikult kihilise ehitusega. Siia kuuluvad: liivakivi, paas, kivisool, kivisüsi, savi, liiv, mergel, lõss jne.

Teised kiviliigid, mis tekkinud väljatunginud sulast magmast kui ka esialgselt vedelast maakoorest tardumise teel, on purskkiviliigid. Nende ehitus pole kihiline, vaid kristalliline, neis ei sisaldu ka organismide jäänuseid. Neid on kutsutud ka massilisteks kiviliikideks. Neisse kuuluvad süeniit, basalt, dioriit jne. Erilise rühma moodustavad veel graniidid ja gneisid (varesekivid). Nad asuvad tihti väga sügaval, on sagedasti peale oma üldise kristallilise ehituse ka veel kihilised.

Purskkiviliigid on maakera koorele enamasti aluseks, mille peal asuvad uhtkiviliigid. Uhtkiviliike on hea vaadelda maakoore läbilõigetes, nagu sügavate orgude veergudel. Nende kihide paksus ulatub kuni 30 000 m ja nad tarvitasid oma tekkimiseks sajad miljonid aastaid.

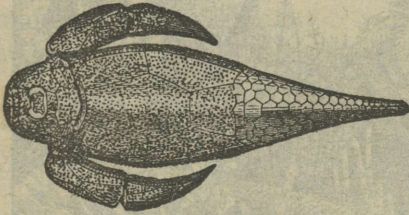
Maakera ajalugu.

Uhtkiviliikide uurimine, nende lademetete asend, neis leiduvate organismide jäänused — kivindid — ja jäljed lademeis võimaldavad jälgida maakera ja ta elanikkude arenemise lugu läbi aastatuhandete ja miljonite. Eriti väärtuslist toetust tähtsate otsuste ja järelduste tegemisel pakuvad kivindid (petrefaktid ehk fossiilid). Kivinditeks nimetatakse maakera ajaloo varemate perioodide taimede ja loomade kivistunud jäänuseid, mis sängitatud ja varjatud uhtkiviliikidesse. Meie ajani säilinud kivindid on väga mitmekesised ja mitmekujulised. Mõnesugustes konserveerivais aineis on alal hoidunud isegi varemate aegade loomad tervetena, nagu mammutid Siberi jääs.

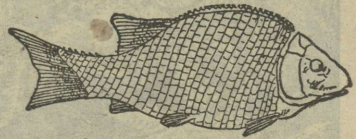
Pehme savi, liiv, muda varjas eneses loomade jälgi kui ka terve sissevajunud organismi kujundi. Võõrad mineraalained, nagu lubi, ränihape, täitsid koolnud loomade ja taimede kehade õoned või asendasid tervelt orgaanilise aine, moodustades päris kivindeid. Kivindit, mis eraldi iseloomuline mõnele uhtkiviliigi kihile ning mis võimaldab kihtide vanust määrata — nimetame juhtkivindiks, juhtfossiilikks.

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

Iga maakoore-kiht vastab oma kujunemisega teatavale ajavältusele, mille absoluutset pikkust on raske määrata. Küll võime, võrreldes kihte omavahel, kõnelda nende relatiivsest vanusest. Ühel ajal ja viisil moodustunud ja üheliigiliste organismide jäämustega varustatud kihte ühendame l a d e m e k s ; lademed seome



41. joonis. Kilpkala devooni-ajajärgust.



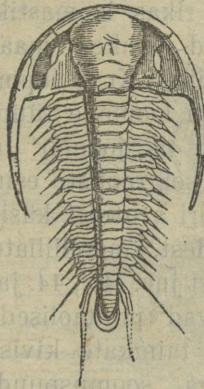
42. joonis. Soomuskala permiaajajärgust.

astmeks ja astmed kordadeks (seeria, sektsioon); korrad annavad formatsiooni (süsteemi) ja formatsioonid liituvad formatsioonirühmadeks.

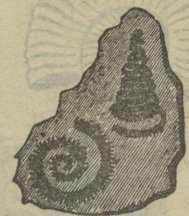
Ajaliselt vastab formatsioonirühm — aegkonnale, for-



43. joonis. Käsijalaline vanast aegkonnast.



44. joonis. Trilobiit.



45. joonis. Graptoliidid.

matsioon — ajajärgule, kord — ajale ja aste — eale. Igas formatsioonis võime

leida uhtkiviliikide kõrval ka purskkiviliike. Sääraseid aegu eraldame maakera ajaloos neli.

1) Ürg-aegkonnast (archaikum) on pärit gneisid (varesekivid), süeniidid, dioriidid, kristallised kild- ja lubjakivid (marmor), mis sisaldavad ainult kaheldavaid jälgi elusaist olevusist.

2) Esimeste elusate olevuste ilmunisega on seotud vana aegkonnast (paläozoikum). Pärast iseloomustab seda aeg-



46. joonis. Maastik kivisöe-ajajärgust.

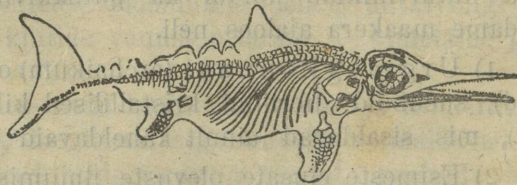


47. joonis. Ammo-
niit juura-
ajajär-
gust.



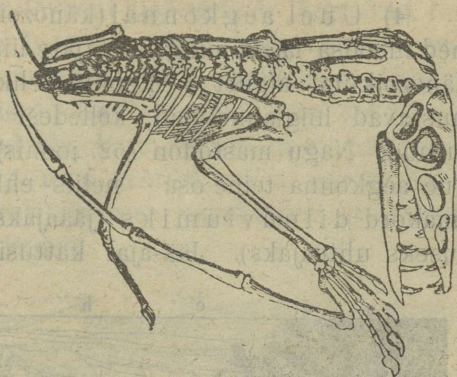
48. joonis. Belem-
niit.

konda rikas loomastik meredes, millele peagi seltsisid uhke maataimestik ja küllaline loomariik. Kuid lõpmata lai kuristik eraldab selle aja loomade tüüpe nüüdisaegseist. Kalad (41. ja 42. joonis) ja kahepaiksed on pea ainsad selgrooliste esindajad. Sellevastu kubi-seb meri arutuist käsijalalisist (brachiopoodid), korallidest, mereliiliateest, graptoliitidest, trilo-biitidest jne. (43., 44. ja 45. joonis). Taimestikku esindavad puutaolised eostaimed. Eriti lopsa- kas oli taimkate kivisöe-ajajärgul oma hiigla- osjadega, soomuspudega, pitseripudega ja esimeste okaspuudega (46. joonis).



49. joonis. Ichtüosaurus (kalasisalik).

3) Kesk-aegkonnal (mesozoikum) ilmusid juba nüüdisaja eluilm eelkäijad, ent maaloomade hulgas etendasid peaosalt roomajad ja meredes — ammoniidid, belemniidid ja nende sugulased (47. ja 48. joonis). Mõned roomajate esindajad jõudsid kasvuldasa hiiglasuuruse ni, nagu brontosaurused, ichtüosaurused (49. joonis); teised võisid ka lennata, nagu pterodaktülus (50. joonis). Selle aja lõpul ilmusid esimesed lehtpuud, linnud ja imetajad loomad (51. joonis).



50. joonis. Pterodaktülus.



51. joonis. Juura-ajajärgu maastik. a — palmid; b — pterodaktülus; d — archeopterüks; e — araukaariad; f — belodon; g — ichtüosaurus; h — brontosaurus; i — sõnajalalised palmid; k — teod; m — korallid.

4) Uuel aegkonnal (känozoikum) omandasid loomad ja taimed moodsa laadi, ning imetajate liigid võitsid valdava seisukoha. Känozoikumi algust — kolmis- ehk tertsiäär-ajajärku — iseloomustavad hiigлайmetajad, kelledest paljud liigid nüüd välja on surnud. Nagu mastodon (52. joonis), paläoteerium, mammut j. t. Uue aegkonna teine osa — neljis- ehk kvartäär-ajajärk — jaguneb omakord diluuviumiks (jäääjaks) ja alluuviumiks (praeguseks uhtejaks). Jää-ajal kattusid polaarsed ja paraskliima-



52. joonis. Kolmisajajärgu maastik. a — lehtpuud; b — osjad; c — sõnajalad; d — lehvikpalm; e — palm; f — elevant; g — ninasarvik; h — kaelkirjak; i — jõehobu; k — mastodon.

vööde maa-alad paksu sisejääga, mille jälgi me võime kohata igal pool ka kodumaal. Uue aegkonna iseloomulisemaks nähtuseks on inimese esinemine maakeral.

Nagu valitseb suur mitmekesisus nüüdse aja — alluuviumi¹⁾ — kihtide tekkimises, nii oli see ka eelläinud ajajärkudel. Kohati leiame formatsioone, mis pidevalt kestavad teataval maa-alal terve ajajärgu läbi, tükkati leiame aga üksikute formatsiooni osade puudumist. Nii puuduvad meie kodumaal kesk-

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

kembriumi¹⁾ kihid, nagu ka devooni-ajajärgule²⁾ järgnevad formatsioonid, kuni diluuviumini³⁾ (53. joonis). Selle nähtuse peapõhjuseks loetakse merede ja mandrite alalist vaheldust. Meri ja maismaa on katkemata võitluses. Kord taandub meri (regressioon), vabastades ülehetud alu, kord tungib ta mandri peale (transgression⁴⁾), vallates uusi mandri osi ja moodustades seal uusi uhtlademeid. Sellest alalisest vaheldusest kujunevad kihtide pidevusesse mulgud, laided.



53. joonis. Läbilõige Eesti aluspõhjast.

Ülesanded: 1. Kus ja missugused kiviliigid leiduvad kodu ümbruses?

2. Missugused neist on siin tekkinud ja missugused väljaspool kodumaad?

3. Missugused neist on ürg- või uhtkiviliigid?

4. Märgi üles kõik kodu ümbruses olevad paljastused, kruusa- ja saviaugud ning paemurrud.

5. Vali üks sügavam paemurd välja ja joonista ta üles.

6. Mõõda paemurrus üksiku kihi paksus ära.

7. Märgi üles, kuidas lebavad kihid üksteisel (rõhtsalt või längus).

8. Vaata ja korja, missugused kivindid seal leida.

9. Reputa veeklaasi liiva, sõmerat ja savi ning sega seiti. Mida näed?

10. Selgita, kuidas tekivad uhtkiviliigid.

Maakera pinda teisendavad toimingud.

Sise- ja välisjõud.

Nüüdisaja pinnavormid oma mitmekesisuses on tingitud nende toimingute rohkusest, mis avalduvad maakera pinnal.

1) Kambrium (loe kembrium) — Wales'ima keltikeelne nimetus.

2) devoon — nimest Devonshire (l. dev'nschiir), krahvkondu Kagu-Ingliismaal.

3) diluuvium (diluere — ära uhtma).

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

Toiningute põhjusiks on sise- (endogeensed) ja välis- (eksogeensed) jõud.

Sisejõududeks nimetatakse jõudusid, mis avalduvad maakera sügavusest. Nende tähtsamaks allikaks on maakera sisesoojus — ürgsoojus. Pinnavormide vaheldusrikkus ja mandrite ning merede vahekorid on eestkätt olenevuses maakera sisejõust. Maakoort moodustavad uhtlademed, tekkinud vee põhjas, pidid omama esialgu rõhtha või vähe kallaka olengu. Maakera sisesoojuse ilmaruumi juhituduse mõjul jahtub maakera ja kahaneb¹⁾ (tõmbub kokku). Endised rõhtkihid kurduvad (võltuvad) ja omandavad väga mitmekesise asendi, sest kahanemine, nagu soojuste juhituduski, on maakera isepaikades ka isesugune, olenedes kiviliikidest ja paljudest muist põhjustist. Sisejõu mõjul ilmuvad tektoonilised nähtused, tekivad murded, nihked, murrangud jne. Praod võimaldavad magmale, mis varjatud maakoore sees, väljapääsu. Kujunevad tulemäed (vulkaanid). Samu nähtusi saadavad ka maavärised.

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 lõpuks pole ka orgaaniline elu muud, kui päikese soojuste tegevuse saadus.

Välisjõudude mõjul toimuvad maakera pinnal järgmised nähtused:

1. Mere tegevus. Mere lained ja hoovused, tungides rannale, purustavad neid või kuhjavad sinna rusu. Sellest on ranna mitmekesine ilme ja merelähiste mandrite ja saarte omapärane ehitus.

2. Põhjavete tegevus. Need veed, voolates maa all, uhavad kiviliike ja kannavad neid peenendatult madalamasse

1) On teada füüsikast, et kehade üldiste omaduste hulka kuuluvad kahanemine — jahtumise ja paisumine — soenemise tagajärjena. Eriainelistel kehal on need omadused ka erinevad. Nii kahaneb ja paisub klaas vähe, tsink tugevamini ja veel enam vedelikud ja gaasid. Klaaskeha paisub, kui suurendatakse ta $t^{\circ} 10^{\circ} C$ võrra, 0,0000085 osa, tuleõli (petrooleum) aga 0,00999 osa. Nii näeme, et tuleõli joonpaisumiskoeffitsient on suurem kui klaasil.

paiku. Tihti moodustavad nad salajõed ja järved, tühi-
kud ning koopad, mille lagede sisselangemisega võivad sün-
dida lehtrid ja häilud.

3. Voolava pinnavee tegevus uhab (erodeerib)
maapinda ja kuhjab (akkumuleerib) saadud materjali ma-
dalamaile kohtadele.

4. Õhkkonna tegurite tegevus. Kõige laialdasem
eksogeenne nähtus on kiviliikide murenemine. Tempera-
tuuri alatasase kõikumise tagajärjel lagunevad kiviliigid, mis
koos seisavad mitmesugustest ainestest. Ent ka ühtlase koos-
seisuga kiviliigid murenevad selle tõttu, et soenemine ja jahtu-
mine jõuavad pinnakihtidest sissepoole hiljumisega. Sel põhjusel
laienevad pealmised kihid allolevatest kiiremini ja tugevamini;
tekivad lõhed, kuhu veel tungib vesi. Külmamisel paisub ta
tugevasti ja rõhub lõhed laiadeks pragudeks. Kivid ja kaljud
lagunevad, purunevad. Seda protsessi nimetamegi murene-
miseks. Tuul puhub purunenud materjali minema ja pal-
jastab (denudeerib) kalju uuesti murenemiseks. Murene-
misproduktid aga, kantud tuulest ja veest, laskuvad madala-
maisse kohtadesse, kuhjuvad sinna.

Õhkkonna tegurite hulka tuleb lugeda ka jää tegevus.
Jää, liikudes maapinnal, eriti mägede orgudes, purustab mehaa-
niliselt kiviliike, hõõrub ja nühib kaljusid ja kannab saadud
materjali teise kohta, kuhu moodustab seljakuid, kühmi
ja mägesid. Jää tegevuse jäljed paistavad siis silma, kui ta
sulanud. Eriti näeme seda kodumaal, mille pinnavormid olenevad
peaasjalikult jää tegevusest. Sisejõud loovad reljeefi ebatasas-
used, tekitavad kõrgendikke ja lohke, annavad mitmekesise
välimuse, ilme maakera pinnale. Välisjõud oma enamuses, purus-
tades mägesid, uhtes maapinda ning kandes purustatud aineseid
lohkudesse ja madalamatele kohtadele, tegutsevad vastupidises
suunas, püüavad kaotada ebatasasusi ja anda maakera pinnale
ühetaolisemat ilmet. Praeguse maapinna reljeef avaldub nende
kahesuguste jõudude vastastiku tegevuse tulemusena, saadusena.

Ülesanded: Missugused vormid esinevad kodupaigas?

Missuguste jõudude tegevust kohtad kodu ümbruses?

Sisejõud.

Mägede kujunemine ja maakoore kõikumised.

Rannik, rand ja rannajoon.

Maismaa serva, mis kaldub merele, ja osa merest, kus murdleb laine — kutsutakse rannikuks. Rannikul puutuvad kokku vesi ja maismaa, rannavesi ja rannamaa. Nende vahelist piirjoont kutsume rannajooneks. Rannajoon on rajaks vee ja maa vahel. Rannavesi ja rannamaa on alalises vahelduses, mille tõttu ka rannajoon õõtsub kord mere, kord mandri poole. Puhub tuul näiteks merelt, siis nihkub rannajoon rannamaale, ja vastupidi — maatuulega. Kitsas maariba, kus asub rannajoon ja kus vesi ja maa aeg-ajalt vahelduvad, on rand.

Rannajoone kõverustel, liigestusel, on võrratu suur tähtsus inimkonna kultuuri arenemise kohta. Seda tunnistab meile üksikute mandrite rannajoonte võrdlus. Aafrikal näiteks on suure maa-ala kohta kaunis ühetasane rannajoon; 29 miljonit km² pindala on ümbritsetud ainult 30 000 km rannajoonega. Euroopas on aga 10 miljoni km² piirjoones 78 000 km. Viimasel on vahekord pindala ja rannajoone pikkuse vahel palju soodsam ning kultuuriline tasapind on sama erinev (v. allolev tab.).

Rannajoone arenemine.

Mandrid.	Pindala km ² .	Rannajoone pikkus km.	Rannajoone arenemine ¹⁾ .
Euroopa	10 000 000	78 000	3,5
Aasia	41 000 000	70 000	3,2
Aafrika	29 000 000	30 000	1,6
Austraalia . .	7 600 000	19 000	2,0
Põhja-Ameerika	20 000 000	75 000	4,8
Lõuna-Ameerika	17 000 000	28 000	1,9

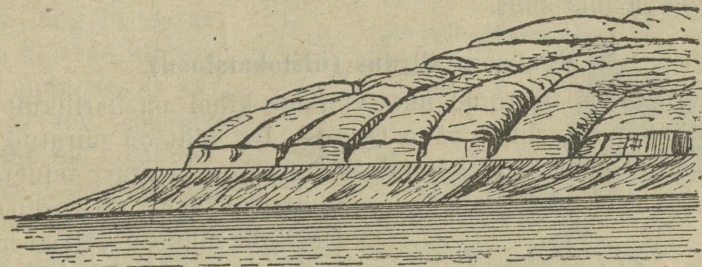
1) Rannajoone pikkuse suhe ringjoone pikkusele, mille väli võrdub ilma-
jao pindalale.

Iidsed rannajoone nihkumised.

Merede ja teiste veekogude ranniku uurimised on näidanud, et mered ei püsi igavesti samus piires, vaid rannajoon kõigub, nihkudes kord kaugemale mandrile või taganedes mere poole.

See nähtus toimub ülipikkamööda, tarvitades aastasadasid ja -tuhandeid. See oleks säkulaarne ehk iidne (põline) rannajoone nihkumine. Nihkub rannajoon mere poole, siis saame rannajoone eitava (negatiivse) nihkumise, läheb see maa poole, siis saame rannajoone jaatava (positiivse) nihkumise.

Esimesena pandi seda nähtust tähele Rootsis. Täpsad mõõtmised andsid seal pinna kerkimiseks lõuna pool 2 mm,



54. joonis. Ranna astmed mere taganemisel.

põhjas kuni 10 mm aastas. Tallinna ümbruses kerkib maapind 0,3 mm aasta kohta. Väina jõesusus aga vajub maapind aastas 0,8 mm. Rannajoone nihkumist mere poole ja mandri kasvamist võime märgata nii paljudes kohtades kodumaal. Mitmed saared on ühinenud mandriga, moodustades poolsaari (Noarootsi, Virtsu jne.), lahed, mis oma sügavusega võisid varjata laevu, on maldunud (Matsalu, Kuresaare), teised on muutunud järvedeks (Suur laht, Siksaare laht Kuresaare juures) või hoopis soostunud.

Rannajoone negatiivse ja positiivse nihkumise põhjused võivad olla ülimitmekesised. Maismaa pind võib mitmesuguseil põhjusil vajuda või mere põhi kerkida ja vesi valgub mandrile. Vastupidi, mandri pind kerkib või meri süveneb — rannajoon nihkub negatiivselt.

Rannajoone negatiivse nihkumise tunnuseks esinevad ranna astmed (54. joonis), mis endine meri

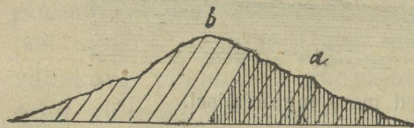
abradeerinud, mere ladestused kaugemal ja kõrgemal mandritel (Skandinaavias), kuhu praegu vesi ei ulatu, rannatasandikud (Põhja-Eestis glindi all), sadamad ja valgmad maismaa sees.

Rannajoone positiivse nihkumise tunnustena võime tähele panna uputatud ehitusi, sadamaid, metsi jne.; siis rannajoone eriliselt rikkalikku liigestust, hulga poolsaarte, lahete, neemede ja saartega. Üldiselt on rannajoone positiivsed nihkumised siiski vähem silmapaistvad. Tunnused kaovad merde, kas nad tublisti ümber moodustuvad, sageli hoopis hävivad. Ometi on Inglise rannikul leitud mere all metsi, samuti ka P.-Ameerikas Georgia rannikul 5 km kaugusel rannast, mis selgesti tõendab rannajoone nihkumist.

Ülesanded: Üles märkida, kus on Eestimaal rannajoon nihkunud ja mis sihis.

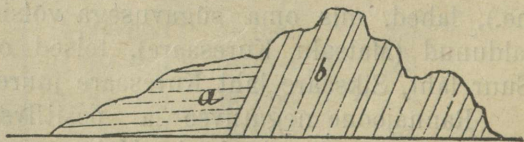
Maakoore siirdus (dislokatsioon).

Merepõhjas tekkinud uhtkivilikide kihid on harilikult peaaegu rõhtsad või ainult vähe längus. Iga kiht on piiratud kahe rööbiti mineva pinnaga. Nende kahe pinna kaugust teineteisest nimetame kihi tüseduseks. Üksikul juhuseil võivad mõned kihid ühele poole õheneda ja ja meile näib, nagu suruksid teised kihid neid välja. Need oleksid väljakiilunud kihid.



55. joonis. Rööpsihilised kihid.

Liivahangedest leiame teistsugust nähtust. Seal on lühikesel alal märgata kihtide asendi väheldust. Paljastuses kujuneb, nagu p. imuksid kihid üksteisest läbi. Säärast kihitust nimetame põimjaks kihituseks. Asetsevad kihid üksteisega paralleelselt, siis tähendame seda rööpsihiliseks — konkordantseks — kihituseks (55. joonis). On aga kihid asetatud ilma kindla korrata risti-põigi, siis peame seda põiksihiliseks — diskordantseks — kihituseks (56. joonis).



56. joonis. Põiksihilised kihid.

Kihtide ehitust ja asendeid on võimalik hästi vaadelda paljastustes, olgu viimased kunstlikud või loomulikud. Kunstlikkude paljastustena näeme liiva-auke, paemurde, saviauke, turba-auke, kanaleid jne.; loomulikud paljastused esinevad jõgede orgudes, mererannikul jne. Paljastustes saame just läbilõiked, profiilid, kihtidest. Siin katkevad kihid järsku, moodustades kihiootsi. Siin näeme, kuidas üks kiht (lamav) vaheldub teisega, pealolevaga (lasuv kiht). Siin on ka võimalik mõõta kihtide tusedust, vaadelda langu ja ulatust. Languks nimetame seda nurka, mis tekib kihipinna ja rõhtpinna vahel. Seda mõõdetakse kraadides. Ulatus on joon, mille rõhtpind lõikab kihipinda. Seda tähendatakse ilmakaartes. Näiteks on kodumaa kihtide lang lõuna kuni 5° ja ulatus läänest idasse. Tusedus, lang ja ulatus on väga tähtsad kihtide tundmaõppimises ja kasutamises (57. joonis).

Vähe on maakeral niisuguseid kohti, kus uhtlademete kihid oma algelises olengus puutumata lebavad. Harilikult on nad ikka mõnesugused muudatused

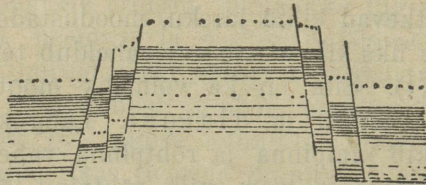
läbi teinud. Nende muudatuste ja ümberasetuste põhjuseks on eestkätt maakoore liikumised, mida märgime nimega tektoonilised toimingud, ehk siirdus (dislokatsioon). Jahtumise mõjul väheneb maakera kuum tuum, millele püüab järele jõuda ka väline koor. Väliskoores, nagu ehituse võlvides, tekib selle tagajärjel põnevus, mis laiub külgedepoole. Üksikud kihid maakoores ei suuda sellele põnevusele 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 kiviliigid on plastilisema omadusega. Nii tekib siin kaks nähtust: murrang ja kurrutus. Näib arusaamatuna, kuidas suudavad kõvad ja tihti üksikult võetult väga haprad kiviliigid painduda lainelisteks kurdudeks. Ometi on see nii. Ning eriti hästi paistavad need



57. joon. Rööpsihiliste kihtide otsad. Rõht sihis — kihtide ulatus ja sellele ristsihis — lang. Üksikute kihtide läbimõõt annab kihtide tuseduse.

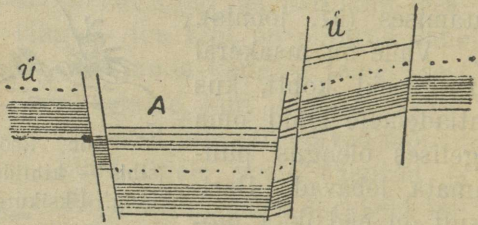
kurrud silma sügavais kuristikes ja orgudes, mis põigi lõikavad kurde.

Murrangute puhul nihkuvad üksikud maakoore osad üksteisest mööda. Tihti ainult mõnikümmend sentimeetrit, kuid ka tuhanded meetrid. See möödanihkumine võib olla horisontaalses või vertikaalses koosis. Esimesel juhul on meil tegemist nihkega, teisel — viskega.



58. joonis. Ülang. Konkordantsed kihid.

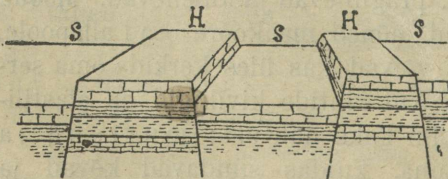
Nihkub maakoore pank ümbrusest ülespoole, siis nimetame seda maakoore osa ülanguks, horstiks (58. joonis). Vogeesis ja Schwarzwald on seesugused ülangud. Tihti asub ülangute vahel kitsas ja pikk madalam ala, mis moodustab alangu ehk graabeni (Reini org) (59. ja 60. joonis). On maakoht, mis alla vajunud, eriti laialdane, siis nimetame seda alangu alaks (Must meri, Aadria meri, Tüüreeni meri). Suurem alang maakeral ulatub Jordani orust üle



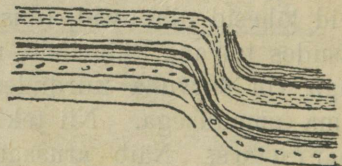
59. joonis. A — alang ja kõrval Ü — ülangud.

Punase mere Aafrika Suurte järvedeni (Alberti, Njassa j. t.).

Muutub aga kihtide ladestus nii, et osa kerkib kõrgemale ilma murdumata, kooldub üles- või allapoole, siis moodustub kooldus ehk fleksuur (61. joonis). See moodustus on üleminekuks kurdudele.

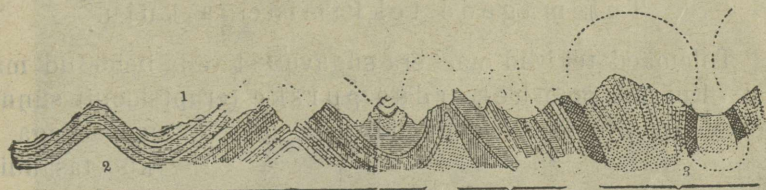


60. joonis. Ülangud ja alangud; rõhtsihiline kihitus.



61. joonis. Kooldus.

Kurdudes eraldame seisvaid, viltuseid ja lamavaid kurde. Kurru osa, mis kumerusega pööratud ülespoole, on kurruseljak ehk antiklinaal; on aga kihid volditud nii, et nad ülespoole on pööratud õõnsusega, siis saame kurruoru ehk sünkliinaali. Väga tihti puuduvad kurdudel just kurruseljakud, mille on eemaldanud murenemine ja uhtmine. Ent ülejäänud kihtide asend võimaldab meile seda uuesti kujundada (62. joonis). Kurrud tulevad ette just noortes mägestikkudes, nagu seda on Alpid, Juura, Himaalaja, Kaukasus, Uural jne. Vanust mägedest on järele jäänud ainult alus, ülemine osa on välisjõudude mõjul



62. joonis. Kurrud. 1 — Kuru org, 2 — seisev kurd, 3 — lehvik-kurd.

tasandatud. Säärased vanad kõrgendikud on Alam-Reini kiltkivimägestik, Böömi mets, Skandinaavia mägestik, Shoti mägestik jne.

Ülesanded: 1. Vaatle ja kirjelda kivimurdu või kruusa-auku.

2. Märgi kihid ära numbritega.

3. Missugused kihid on lamavad, missugused lasuvad?

4. Määra ära, kas on kihitus rööpsihiline või mingisugune teine?

5. Katsu kodukoha jõel mitmel pool orgu mööda kihtide ulatust ning langu määrata ja kindlaks teha, kas jõgi põigi või piki kihte voolab.

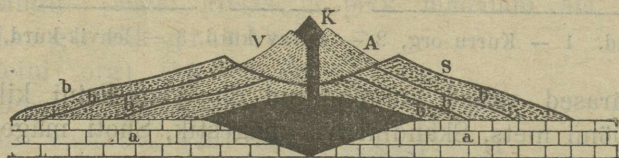
Vulkanism.

Vulkaanideks ehk tulemägedeks nimetame neid võrdlemisi piiratud kohti maakeral, kust ajuti välja voolab tulikuuma magmat. Ükski nähtus maakeral ei esita meile selgemini maakera sisejõudude teguvõimet kui vulkaanid. Ent nii suurepärane kui ka vulkaanide tegevus näib olevat lähedalt vaatelejale, ei suuda ta ometi maapinnale tuua suuri ja kaugeleulatuvaid teisendusi. Nüüdisaja vulkaanide tegevusel on ainult kohalik

tähtsus. Kuid möödunud ajajärgel katsid vulkaanidest välja paisatud ja voolanud graniidi- ja basaldimassid laialdasi maa-alasid. Iseäranis elav oli vulkaanide tegevus kolmis- (tertsiäär-) ajajärgus, siis paläozoikumis ja ürgaegkonnas. Keskaegkonnas oli see nähtus haruldasem. Vulkaanide iseärasus on, et nad pinnavormideks tõeliselt midagi uut moodustavad. Maakera tundmata sügavusest — laavakoldest — ilmub sula magma päevalgele, luues uusmoodustusi, kuna muud jõud olevaid vorme ainult ümber moodustavad.

Tulemägede tekkimine ja kuju.

Tulemäed tekivad maakera sügavusest välja heidetud materjalist. Kui nad on ühekordse purske (eruptiooni) sünnitus, nagu Monte Nuovo Neapoli lähedal, mis mõne päevaga ker-



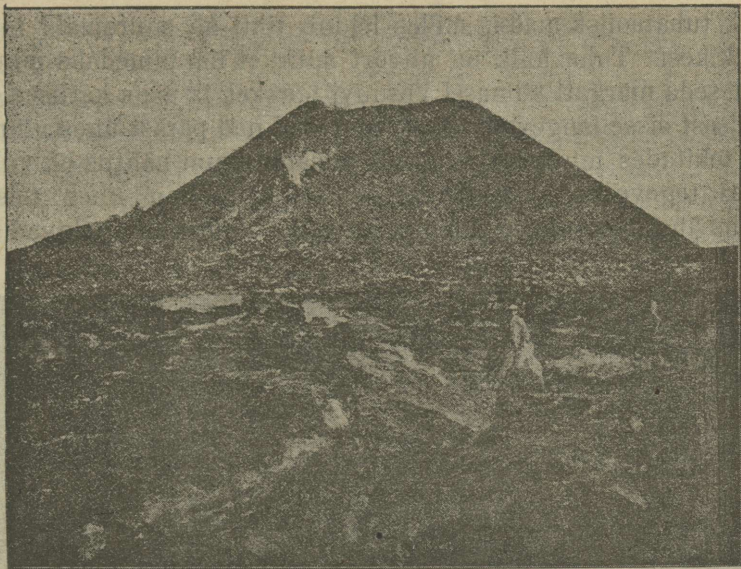
63. joonis. Kihiline vulkaan. Skemaatiline läbilõige Vesuuvist enne 1906. a. purset.

hituseta. Sääraste vulkaanide sekka loeme ka basaldi-, trahiidi- ja fonoliidikuhikuid (doomvulkaane) Kesk-Saksa, Kesk-Prantsuse ja Juura mägestikus.

Vulkaane, mis tekivad pikema aja vältusel, korduvaist purskeist, nimetame kihilisteks ehk stratovulkaanideks (63. joonis). Säherdused vulkaanid on Vesuuv, Strombooli, Etna j. t. Nad on kuhikutaolised (64. joonis), nagu seda eriti hästi avaldavad Ameerika vulkaanid Cotopaxi (l. kotopahhi) ja Citlaltepētli.

Purskeained, mis vulkaan oma tegevuse ajal välja heidab, on ülimitmekesised. Esimesena ilmuvad harilikult mitmesugused gaasid, mis eestkätt sisaldavad suurel hulgal vee-auru (65. joonis). Gaasitaoliste purskeainete sammu kerkib tihti väga kõrgele (Vesuuvil 1822 üle 3000 m). Vee-aurud muutuvad ülal pilvedeks ja sajavad alla tugeva vihmavalinguga, saadetud piksest ja väl-

kis tasandikule mäeks, siis nimetame neid homogeenseteks ehk massilisteks vulkaanideks. Nende ehitus on ühtlane, ilma ki-



64. joonis. Vesuuvi koonus.

kudest. Tihti laiub suitsusammas, kattes laialt taevast ja moodustades niinim. piinia¹⁾. Mõnikord on gaasid ka mürgised, nagu seda võib oletada Martinique'i saarel oleva vulkaani Mont Pelée purskel ilmsiks tulnud nähtusest, kus terve linn St. Pierre, 30.000 el., hävitati (65. joonis).

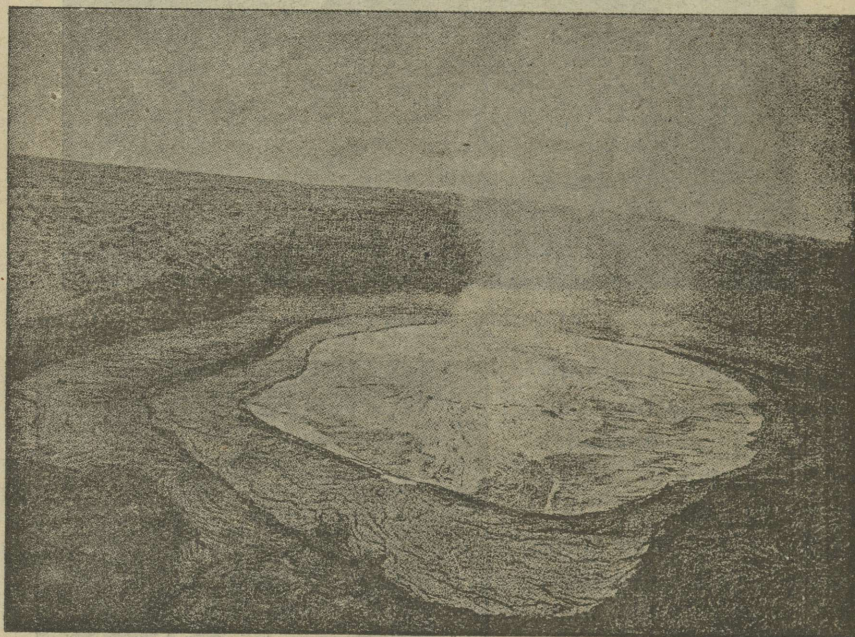
Ühes gaasitaoliste ainetega lendab vulkaaniavausest kraatrist — välja ka vulkaanituhka — peent



1) Pinus — mänd.

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

liiva-, tuhataolist massi, milles leidub tihti ka suuremaid terasid ja tükikesi. Tuha hulk on niivõrt suur, et ilm pimedaks muutub, nagu seda märgati viimasel Vesuuvi purskel, ja maja katused tuha raskusest sisse langevad. Osalt langevad nad pärast ühes vihmaga alla, tekitades mudavoolusid, mis hädaohtlikum nähtus on vulkaanilises tegevuses. Kõneldakse, et Pompeji linn ühes teistega mattus just seesuguse mudavoolu alla. Jahtunult tekivad sest



66. joonis. Laavajärv Havaii saarel.

mudast vulkaanilise tuffi kihid. Osa vulkaanilist tuhka kandub ülemiste õhuvooludega kaugemale laiale. Nii märgati kaua aega veel peale Krakatau vulkaani purset 1883. a. Euroopas vulkaanilist tolmu, mis moodustas punased ehad või langes maha „väävlivihmana“.

3 Kolmandaks pursatakse kraatrist välja mitmesuursi kiivitükke. 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 laava't, mis pikkamööda jahtudes allapoole venib. Öösiti helgib ta heleda valgusega kaugele ümbruses. 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 soojust juht.



67. joonis. Kilauea tulemäe hangunud laavaväli Havai saarel.

Peale jahtumist on laava pind kas lainete taoliselt voltides — laineline laava või pankadeks murdunud — panklik laava (67. joonis).

Jahtunud laava on tiheda kiviliigi laadi. Vesuuvi laava kujutab endast tumedat räbu taolist massi, milles lebavad üksikud mustad augiidi- ja valged leutsiidikristallid. Neid kristalle leitakse ka tuhandeid, mispärast arvatakse neid juba vulkaani kraatris tekkinud olevat.

Tihti on aga laava tihedalt täidetud õhumullikestega ning omab endale kobeda väljanägemise. See on niim. kobelaava ehk pimstein, mida laudsepad tarvitavad poleerimisel. Õhu hulk kobelaavas on nii suur, et ta kergesti ka veepinnal võib ujuda.

Vulkaanilise tegevuse kestus on väga mitmekesine. On vulkaane (Strombooli), mis tegutsevad alalõpmata, kuna teised jälle periodiliselt elavust avaldavad, nagu Etna (68. joonis). Meie



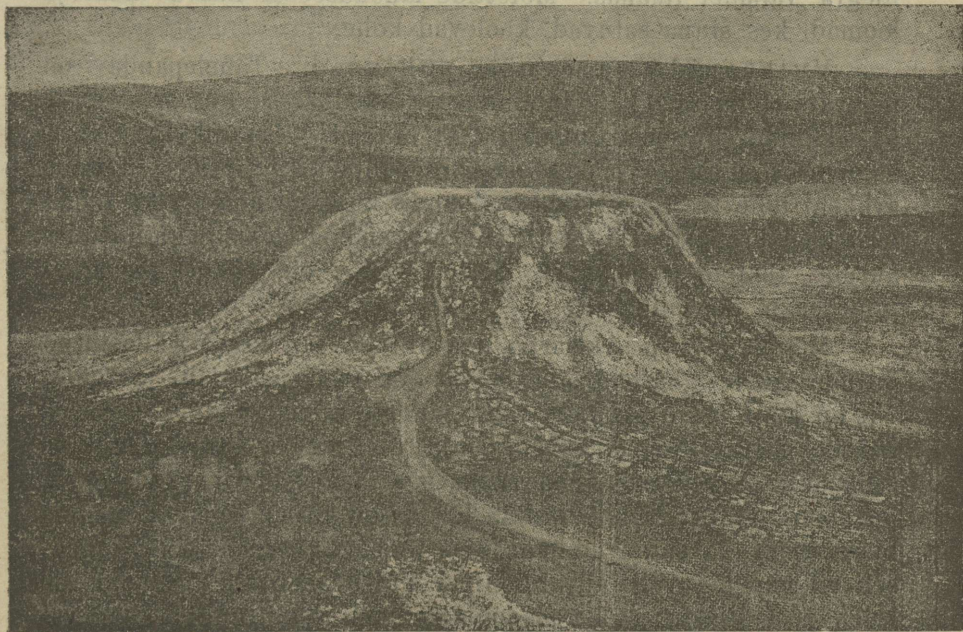
68. joonis. Lisakraatrid Etna tulemäel.

eraldame üldse tegevaid ja kustunud vulkaane. Esimeste hulka arvame neid, mis inimkonna mälestust mööda kordki on tegevad olnud. Kindlat piiri nende ja teiste vahel on võimatu tõmmata.

Peale laavavulkaanide võime kohata ka mudavulkaane ehk salsse (69. joonis). Olgugi et nad oma tekkimisega ei ole laavavulkaanide sarnased, ei eraldu nad oma tegevusega tihti ometi neist. Mudavulkaanid on mõne meetri — kunni 30 m —

kõrgused künkad, kaatritaolise avausega, kus muda vuliseb ja tihti välja voolab. Neid vulkaane leiame Appenniini poolsaarel, Sitsiilias, Krimmi poolsaarel Kertshi ümbruses, Tamáni ja Apsherooni poolsaarel, Kamtshatkas, Ameerikas ja Aafrikas. Nad asetsevad, nagu laavavulkaanidki, merede läheduses.

Vulkaanide tegevusega on seotud veel mõned kõrvalnähtused. Nimelt tekivad vulkaanide läheduses mitmesugused gaasi-allikad. Eraldub neist peaaesjalikult veeauru, siis nimetatakse



69. joonis. Aluda mudavulkaan Kertshi poolsaarel.

¹²⁰
neid fumaroolideks¹⁾. Eriti palju leiame neid Ülem-Itaalias ja Uue-Meremaal.

¹⁵
Solfataarideks²⁾ kutsutakse neid allikaid, mis väävligaasi, eriti väävelvesinikku, välja heidavad ja tuntud on omapärase lõhnaga (mädamunade lõhn). Nime on saanud nad Solfataarast, Neapoli lähisest vulkaanist. Neid

1) Fumo — suits.

2) Solfo — väävel.

leidub Islandis ja Uue-Meremaal väävligaaside lagunemise tagajärjel; sääraseil kohil tekib isegi väävlit, mida ümber töötatakse, nagu Sitsiilias, Girgentis (l. dshirdshentis).

Paljud vulkaanide kraatrid eraldavad ainult süsihaput gaasi, miks neid ka mofettideks¹⁾ nimetatakse. Oma suure erikaalu tõttu koguneb süsihapu gaas orgude ja madalikkude põhja, kuhu avanevad mofetid. Seesugustena on tuntud „Koera-koobas“ 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. Tähelepanav on tegevate vulkaanide koondumine mere lähedusesse, kus maakoorde on tekkinud suuremad murded. Et magma vulkaanikoldest maa-sügavusest pinnale võiks tõusta, on nähtavasti vajalik, et praod avaksid talle tee. Mere lähedus sundis kord arvama, et ka merevesi neid pragusid mööda tungib magmakogudeni ja, muutudes auruks, tekitab purskamist. Kuid nüüdsel ajal ei leia see arvamine enam pooldajaid.

Magma asub pesadena maa kindla koore sees. Küllastatud mitmesuguste gaasidega, vabastab ta neid aeg-ajalt jahtudes. Nii on kord terve maakera enese pinnalt vabastanud veeaurud ja gaasid, mis tekitasid teda praegu ümbritseva atmosfääri. Ja vulkaanilises tegevuses on sama gaaside eraldumine (emanatsioon), ainult vähemal kujul. Eraldatud gaasid suruvad magma massi peale ja sunnivad teda 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, kus ta, kokku puutudes kuuma laavaga, muutub auruks ja rõhku suurendab. Samas sihis töötavad ka maakera enese kahanemine ja mägesid tekitavad toimingud ning, võib olla, ka tõus ja mõõn.

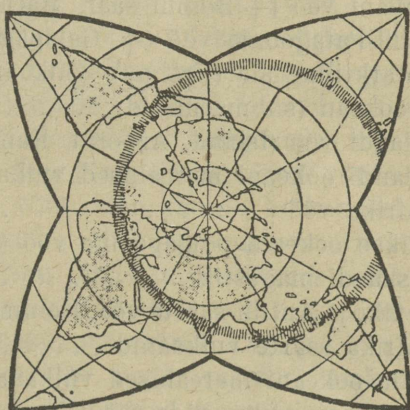
Vulkaanide levimus. Vulkaanide jaotus maakeral näib olevat kaunis ebatasane. Üksikud maa-alad võivad uhkustada oma vulkaanirikkusega, kuna teistes nad koguni puuduvad (Skandinaavia, Põhja-Venemaa, Siber, Austraalia jne.). Silmapais-

1) Muffo — hallitusline, hallitanud.

tev on see, et vulkaanid enam ekvatoriaalsesse vöösse on koon-
dunud, kuna nabade poole nende arv järk-järgult väheneb. Tei-
seks asetsevad vulkaanid enam mandrite äärtel — „suurel murd-
joonel“ (70. joonis). Sügaval kontinentide sees on vulkaanide
tegevus koguni väike. Kontinentaalsete vulkaanide hulka kuu-
luvad Ecuadori ja Mexiko vulkaanid, 200—300 km kaugusel
mererannast, ja suures Aafrika alangus olevad vulkaanid (Teleki
750 km ja Kirunga 1000 km).

Valdavamas enamuses on tulemäed koondunud Vaikse
ookeani ümbrusesse (v. tabel lhk. 70), moodustades Vaikse
ookeani vulkaanilise

vöö. Selles vöös on tulemägede
tegevus kõige erksam. See
vöö algab Kamtshatka pool-
saarega, ulatub üle Kuriilide,
Jaapani, Filippiinide, Salo-
moni saarte, Uue-Hebriidide,
Uue-Meremaa kuni Viktoo-
riamaani üle lõuna-nabajoone.
Siia kuulub üle 150 tegeva
vulkaani, mis peaaegu poole
osa kõigist tegevatest vul-
kaanidest teeb. Ta annab
veel lisavöö Borneo ja Uue-
Guinea vahel, mis ühele poole
ulatub üle Jaava, Sumatra,
Nikobaaride kuni Birmani ja teisele poole üle Samoa ja Tonga
saarte kuni Madalate saarteni.



70. joonis. Suur murdjoon.

Lääneosa sellest vööst, 100 tegeva vulkaaniga, läheb piki
Põhja- ja Lõuna-Ameerika läänerannikut, alates Aleuutidega üle
Alaska, Kaskaadide jne. kuni Tulemaa saarteni. Atlanti
ookeani vöö, mis Jan Mayeni saarelt algab ja üle Islandi,
Azooride, Kanaaria, Püha Heleena saare kuni Tristan d'Acunha'ni
läheb, sisaldab endas vähe vulkaane (31 vulk.). Ta annab haru
Vahemere ümbrusesse. Nii näeme vulkaane asuvat suure murd-
joone ääres, mis ümbritseb Vaikset ookeani. Kivikonnas tek-
kinud praod võimaldasid siin sulale magmale tungida maakoos-
asuvatest kolletest päevavalgele.

Ülesanded: 1. Tuleta meele ja näita kaardilt mõned tähtsamad vulkaanid. Kirjelda mõnda neist.

2. Jälgi kaardil Vaikse ookeani vulkaanilist vööd.

3. Näita tähtsamad Euroopa vulkaanid kaardil (Strombooli, Vesuuv, Monte Nuovo, Epomeo, Solfataara, Etna, Ferdinanda, Santoriin).

Tegevate vulkaanide jaotus maakeral.

Melaneesia vöö (Lõuna meri, Austraalia)	32
Malai vöö (Sumatra jne., Filippiinid)	76
Jaapani vöö (+ Bonini saar, Mariaani saared)	63
Chiili-Patagoonia vöö (+ Galapagose saar ja Havai)	14
Antarktiline ala (Erebus'e vulkaan)	1
S. ookean (submariinsed)	15
Atlandi vöö (Island, Azoorid, Kanaaria jne.)	31
Atlandi ookeani merealused vulkaanid	5
Aafrika vöö	8
Vaikse ookeani põhjapoolne vöö (Kamtshatka, Aleuudid)	42
Kaskaadi mägestik	4
Mexiko ja Antilli saarte vöö (Kolumbia, Ecuador, Peru, Boliivia)	13
Aafrika saarte vulkaanid	2
India ookeani merealused vulkaanid	2
Kampaania vulkaanide vöö (Vesuuv, Solfataara, Monte Nuovo, Epomeo)	5
Lipaaria saared	2
Etna ja Ferdinanda	2
Greeka vulkaanid (Santoriin)	1

318

Maavärisemine.

Maavärisemise all mõistame meie igasuguseid maapinna kõikumisi, mille algekoht asetseb sügaval maakoore all ja põhjused on looduslised. Kunstlikel põhjusil (suurtüki pauk, auto sõit jne.) tekkinud maakoore kõikumisi ei loeta mitte maavärisemiseks. Merepõhja kõikumisi nimetatakse ka merevärisemiseks. Mõlemaid nähtusi ühendatakse aga seismilisteks nähtusteks.

Juba maast madalast oleme harjunud pidama maapinda kõikumata kindlaks¹⁾ 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 (Pompeji ja Herkulaanum 25 000 in.), kuid maavärisemistel 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 loodusline nähtus.

Kohta, kust maavärisemise lained välja valguvad, nimetatakse maavärisemise koldeks (hüposentriks). Ta asub maakoore sees mõne kilomeetri (10—30 km) sügavusel. Selle kohal maapinnal on maavärisemise keskkoh (episentri), kus kõige rängemad purustused aset leiavad. Siit lähevad pinnalised võnkumised välja. Kaugenedes maavärisemise keskkohast vaibuvad järk-järgult maapinna võnkumised, väringud. See asjaolu võimaldab kaunis ligikaudselt kindlaks määrata episentri asendi. Määrates maavärisemise tugevust (intensiivsust) teatud astriku järele ja ühendades samajõulise maavärisemisega kohti joontega, jõuame lõpuks, kui silmas peame ka kohalisi pinna olusid, episentriini. Samajõujoontel (isoseistidel) on konsentriline kuju episentri ümber. Kaasa aitavad siin veel jooned, mis ühendavad samaajalise maavärisemisega kohti.

Maavärisemise võnkumised võivad olla kahesugused. Liigub värisemine hüposentrist otse üles, siis saame tõukelise (sukkusoorse)²⁾ väringu. 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 aga sellest väriseb maakoore lainetaoliselt. See on laineline (undulatoorne)³⁾ maavärisemine. Maa-

1) Ometi on, nagu uurimised rõhtpendliga näitavad, maapind alalises võnkumises (elastilised lained).

2) Succutere — ülespoole raputama.

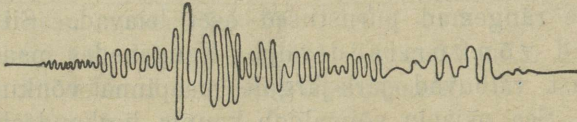
3) Unda — laine.

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

Liikumissuuna järele eraldame keskkohalisi (sentraalseid) maavärisemisi, mis ühest paigast valguvad laiale igale poole, pikkuslistest maavärisemistest, mis ainult teatavas joones edasi lähevad. Ajuti võib aga terve maavärisemise ala üheaegselt värisema hakata (pinnavärisemine).

Maavärisemise edasiliikumise kiirus oleneb väga paljudest tingimustest. Eestkätt etendab siin peaosa kiviliikide koosseis. Mida tihedamad, ühtlasemad ja enam pragudeta on kiviliigid, seda kiiremini andub maavärisemine edasi. Lõuna-Ameerika maaväri-

semine (24. X. 1894) jõudis S. Jaagost (Chilist) Rooma 17 min., jookstes nii 11.500 km, ja Roomast Harkovi — 2000 km — 1—2 min. hiljemini.



71. joonis. Seismogramm.

Maavärisemised ei välta kaua, vaid tõuked järgnevad kiirelt üksteisele mõne sekundiga. Karakas'i maavärisemine 1812. a. vältas kõigest 30 sek. ja Lissabon oli 1775. a. 5 minutiga purustatud. Palju suurem on aga maavärisemiste tihedus. Uuemad uurimised arvavad iga päeva peale keskmiselt kaks maavärisemist ja statistiliste arvutuste järgi peaks igas 2 tunnis 17 min. kuskil maakeral olema maavärisemine.

Maavärisemise tugevuse (intensiivsuse) mõõtmiseks teaduslise uurimise otstarbel tarvitatakse isesugust riista — seismomeetrit ehk seismograafi. Tema tähtsamaks osaks on rõhtpendel, mille võnkumised edasi anduvad sulele, mis neid märgib paberile. Nii saadakse seismogramm, mille järele võib otsustada maavärisemise tugevuse kui ka vältuse üle (71. joonis).

Harilikus elus võib kasutada maavärisemise tugevuse üle otsustamiseks ka kümneastmelist Foreli ja Rossi kokkuseatud astrikku. Hiljemini on seda parandanud ja täiendanud Mercalli ja Cancani. Mercalli-Cancani astrik annab maakera pinna väringud millimeetrites sekundis (v. järgnev tabel).

Maaväringu jõu mõõtmise astrik.

1. aste, mikroseismiline, ainult peente riistadega tuntav		2.5 sek/mm	
2. aste, äärmiselt nõrk. Seismomeetril märgatav, inimestele ainult soodsail tingimusil erijuhusel.	2.5—5	" "	
3. aste, väga nõrgad tõuked. Rahu- lises olekus tuntav	5—10	" "	
4. aste, nõrgad tõuked. Ka liikuvale inimesele märgatav. Liikuvad as- jad värisevad	10—25	" "	
5. aste, parajad tõuked. Mööbel hak- kab liikuma	25—50	" "	
6. aste, tugevad tõuked. Magajad är- kavad. Kellad hakkavad helisema. Puud kõiguvad	50—100	" "	
7. aste, hästi tugevad tõuked. Liiku- vad asjad kukuvad ümber, katused langevad sisse, üldine hirm	100—250	" "	
8. aste, purustavad tõuked. Müürid ja korstnad langevad ümber.	250—500	" "	
9. aste, hävitav. Äärmiselt tugevad tõuked. Ehituste osaline või päris purustus	500—1000	" "	
10. aste, kõrveks muutev (kõrvestav). Hoonete täielik purustus	1000—2500	" "	
11. aste, katastroofiline.	2500—5000	" "	
12. aste, suured katastroofid.	5000—10000	" "	

Maavärisemiste levimus ja liigitus.

Maavärisemisest tabatud ala võib olla väga laialdane. Lisaboni maavärisemine 1. nov. 1775. a., üks suuremaid oma ulatuse poolest, valdas 38,5 milj. ruutkilomeetrilise ala; see on üle 7^o/₁₀ tervest maakera pinnast. Ida-India maavärisemine 1897. a. laius üle 45 km². Maavärisemisest tabatud ala suurus oleneb eestkätt maavärisemise intensiivsusest. Maavärisemised tulevad ette pea üle terve maakera, ent tugevamad ja tihedamad on nad noorte kurruliste mägede alal. Seesugused on Vaikse ookeani ümbruse

tada maavärisemisi. Need oleksid magmalised maavärisemised. Vähemate ja nõrgemate maapinna kõikumiste põhjustajaks võivad olla ka koobaste ja tühikute lagedeks olevate maakoore osade sisselangemised. Need nähtused on sagedad karstimaastikus, kus vee erosioon (uhtmine) kergesti võib maa-aluseid õõnsusi moodustada. Säärseid pinna kõikumisi kutsume sisselange-maavärisemisteks.

Maavärisemised, mida inimesel raske või võimatu on märgata, on mikrosemilised, kuna teisi makroseemilisteks nimetame.

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

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

Ülesanded: Lugesid Bulweri raamat „Pompeji viimased päevad“. Kirjelda mõnda maavärisemist.



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

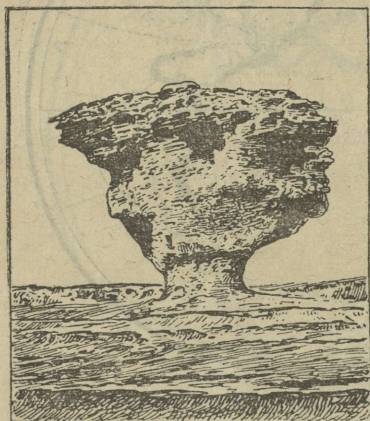
Välisjõud.

Murenemine ja paljastumine.

Maakoore pinnapealsed kiviliigid, mis kokkupuutes õhkkonnaga, on viimase mõjul alaliselt lagunemas — murene

mas. Võime eraldada mehhaanilist ja keemilist murenemist.

R a b e n e m i n e — mehhaaniline murenemine — toimub temperatuuri kõikumiste mõjul. Kiviliikide üksikute osade paisumine ja kahanemine soojuse mõjul ei sünni sama nobedusega kõigis oma osis, vaid oleneb iga üksiku osa soojusejuhtivuse kiirusest. Samati on erilaadiline ka üksikute kiviliikide laienemiskoeffitsient. Selle tagajärjel tekib rabenemine, mis kõige erksam seal, kus temperatuuri kõikumised suured (mägedes) ja taimkate kidur (kõrbedes). Rabenemises aitavad kaasa temperatuuri kõikumistele veel vesi (kuidas?) ja taimede juured (kivirikud,



74. joon. Seenkalju Liibia kõrvest.

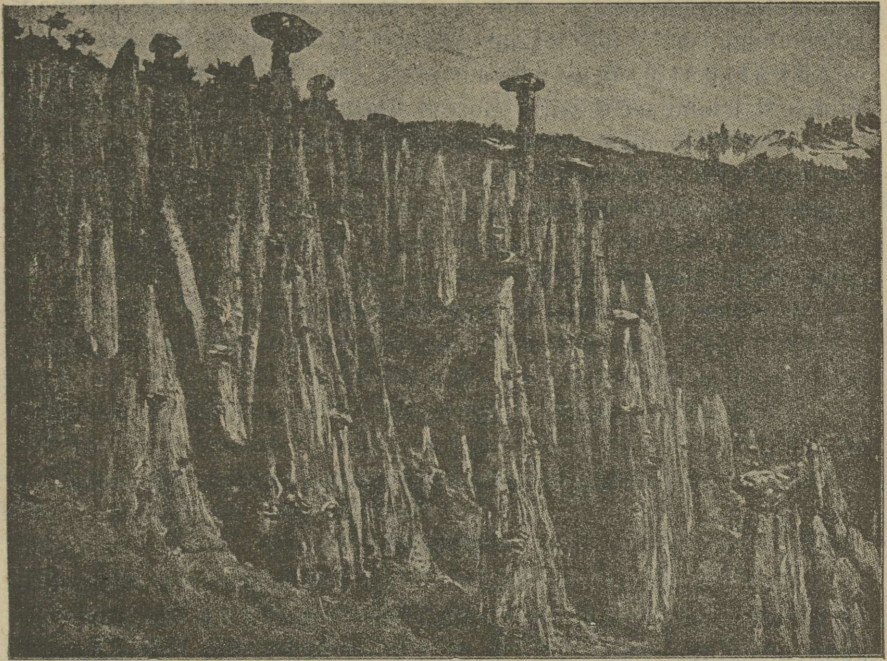
männid jne.), mis pragudesse tungides neid käristavad laiemaks (orgaaniline murenemine).

P o r s u m i n e — keemiline murenemine — küünib sügavamale kui mehhaaniline. Porsumine toetub eestkätt veele. Vesi mõjub siin lahundavalt. Õhu hapniku ja vihmaveest saadud süsihapu gaasi mõjul lahunduvad mõned mineraalid (paas, dolomiit) täiesti, teised (graniit, gneis) osalt. Rabenemine annab meile kivi-rusu, porsumine savi. Porsumise erksus oleneb niiskest kliimast,

kiviliikide läbilaskkest ja taimkatte tihedusest. On vesi küllastatud lahundavaist aineist, siis keeldub ta porsumast. Teatavail tingimusil võib koguni settida osa lahundunud aineist.

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

Ent teised tegurid kannavad harilikult selle materjali eemale ja paljastavad aluspinna uuesti murenemisele. Peene materjali puhul toimuna ära (deflatsioon), kuna jämedama kannab osalt vesi ära, osalt uhab ta suuremate kivitükkide alused ja need varisevad ise alla. Seda allaniriseva vee tegevust nime-



75. joonis. Maapüramiidid Bozeni lähedusest.

tame uhtmiseks ehk denudatsiooniks. Allavarisenud kivirusu moodustab rusukalded ja kivimered, kui kaljupangad suuremad. Säärseid rusukaldeid leiame peaaegu igal pool, ka kodumaal, paeseina, järskude jõekallaste jne. all.

Denudatsioonil on palju sarnasust jõe tegevusega. Ainult ta toimub laial alal pinnaliselt, kuna jõgi tegutseb joonelises suunas. Peale seda toimub denudatsioon ka seal, kus sademete vähesuse tõttu jõed ei moodustu. Tõhtsam on



76. joonis. Maapüramiidid.

denudatsioon mägedes, kus ta eemaldab kaljustest pehmemad, kohevamad osad ning tekitab sakilisi ja hambulisi mägede harju, seenkaljusid, maapüramiide (74., 75. ja 76. joonis) jne. Viimseid leiame eriti palju Bozeni ümbruses Lõuna-Tirolis.

Tihti võib mäenõlvadele korjunud kohev rusu allämbunud vee mõjul pikaldasse libisemisse sattuda. Tekib niinim. maa-room. Harilikult nihkub ta kaunis pikkamööda allapoole.

Ülesanded: 1. Vaatle vanu hauakiva, müüre jne. ja pane tähele nende pindu.

2. Vaatle, mis taimed kasvavad kividel.

3. Viska mõned kivid vette. Mõne aja järele võta nad ja pane soola ja lume segusse. Mis näed?

4. Kuumuta raudkivi (graniidi) tükk ja viska külma vette. Mis sünnib?

5. Pane paetükk seltersi sisse ja lase seista. Mis näed?

Muldkond.

Murenemissaadusena ilmub muldkond, mis õhukese kamarana 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 (ariidse) kliima muldkond, nagu ta esineb kodumaal, on tekkinud eestkätt murenemise mõjul ja seisab loodisihis kolmest kihist koos. Esimene, pealne kiht — ülamaa ehk põllumaa — sisaldab peenikest murenemisainet ja taime- ning loomajäänuseid. Ta on tumedat värvi. Allapoole läheb ta valkjaks, mulla hulk väheneb ning ta muutub alusmaaks ehk tuhksmaaks. Siin toimub veel murenemisprotsess ja kinnituvad taime juured. Kõige all asub aluspõhi ehk tooresmaa, sest mullaosakesed puuduvad siin. Põllumajanduslises suhtes liigitame muldkonda: liivamaa (kunni 85% liiva), savimaa (kunni 65% savi), möllimaa — liiva ja savi segu. Seguneb tooresmaasse kunni 50% taime- ja loomajäänuseid, siis muutub ta mullaks (huumuseks). Mulla tekkimisest võtavad eriti suuresti osa vihmussid (kuidas?).

Niiskeis troopikamais tekib telliskivi värvi lateriit, gneisi ja graniidi murenemisest, ja lähistroopikamail punamaa.

Kuiva (humiidse) kliima aladel moodustub mustmuld (näit. L.-Venemaal). Selle aluspõhjaks on peenike savi-segune moodustus — lõss. Kevadel lume sulamise järel arenenud lopsakas taimestik 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 külmanud 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 kuhjatuse-muldkonda, mis tekkinud jõgede (Niiluse, Poo jne.), tuule (lõss, kõrved), jää (moreenkate kodumaal) ja taimede (sood ja rabad) kuhjatusel. Kuid kuhjatus-muldkonna tekkimises on kaasa aidanud ka murenemine ja võtab osa ka selle teisenemises.

Maismaa elukonna arenemises on muldkonnal eriliselt 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 ju lõikuse suuruse ja toitmisvõimalus. Viljakail aladel tiheneb rahvastik ja asulate hulk. Seltsib siia veel muldkonna rikkus väärt-mineraalidest, nagu kuld, hõbe, vask jne., mis murenemise tõttu sattunud pinnapealsetesse maakoore kihtidesse, ning tooresainetest, nagu savi, turvas, kaoliin jne., siis areneb varsi ka laialdane tööstus.

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

Ülesanded: 1. Missugused muldkonnad leiduvad kodu ümbruses? Kus kohal nad leiduvad?
2. Tee läbilõige muldkonnast ja joonista üksikud osad tast üles!

3. Vaatle ja kirjelda muldkonda põllul, orus, mäeveerudel, soos jne.
4. Mõõda savi-, liiva-, möllimuldkondade t^o.
5. Missugused muldkonnad lasevad endid paremini töötada.
6. Mis taimed kasvavad savi, liiva j. t. muldkondadel?

Maismaa ja vee vahekord.

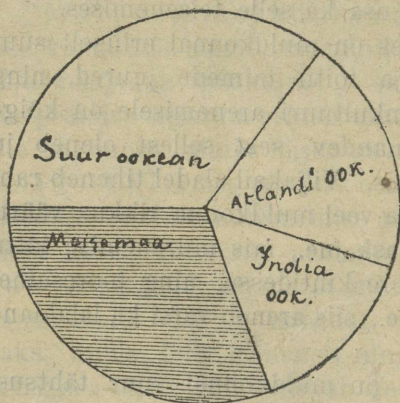
Maismaa ja vee jaotusel maakeral on ülisuur geograafiline tähtsus, sest sellest oleneb mandrite kliimaline olukord.

Kunni XVI a. s. oldi veendunud, et maismaa ala kaugelt suurem on vee-alast. Tuntud maakera osal paistis see ka tõesti nii. Kuid leiusõidud XVII ja XVIII a. sajal löid hoopis teise arvamise. Oli leitud laialdasi veevälju, mille kõrval uuesti avatud maa-alad olid tähtsuseta. Siiski jäi esialgu püsima arvamine, et maismaad ja vett pea ühepalju on maakeral, sest loodeti lõunana ümbruses olevat suur maismaa. Cook'i (I. kuk) leiusõidud lükkasid ka selle arvamise ümber. Pilku heites gloobusele näeme,

kui võimsalt esinevad seal veeväljad maismaa kõrval. Tervest maakera pinnast arvatakse vee all olevat ümmarguselt 360 miljonit km² ja maismaad 150 milj. km² (77. joonis). Nii kuuluks maismaaks umbes 30% ja vee alla 70% maakera pinnast ehk maismaa ja vee suhe oleks kui 1 : 2,4.

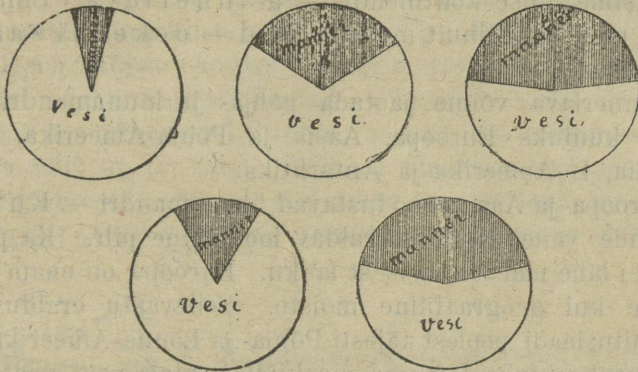
Sellest maismaa-alast on tuntud vast 135 milj. km², kuna lõunapooluse ümber arvatakse olevat kunni 14 milj. km².

77. joonis. Vee ja maismaa vahekord.



Mandrite jaotus ja keskkõrgus. Maismaa jaotuses maakeral valitseb suur mitmekesisus. Juba üks pilk gloobusele näitab, et põhja pool ekvaatorit maismaad palju enam on kui lõunas; samati paistab silma vahe lääne- ja ida-poolkera vahel. Viimane on esimesest kaugelt maismaa-rikkam. Kuid me võiksime gloobusest tõmmata läbi suuringi pinna, mis jaotaks ta nii, et suurem hulk maismaad kuuluks ühele poolkerale.

Meie saaksime siis maismaa- ja vee-poolkera. Maismaa-poolkera keskpunkt oleks Prantsusmaal (umbes 48° p. l. ja 1° i. p.) ja vee-poolkera keskpunkt leiduks Vaikses ookeanis. Esimesel poolkeral oleks 48% maismaad ja teisel — 9% maismaad. Nii näeme ka



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

maismaalisel poolkeral veel olevat ülevõimu; ainult 40° ja 70° p. l. vahel on vöö, kus valdavas maismaa (78. joonis).

	Maa Vesi	
	%	%
Terve 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	90.5	9.5
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° l. laiuse all. Lai ilmameri asub eestkätt just lõuna-poolkeral. Siin ühinevad Vaikne ja India ookean Lõuna-Jäämerega ühisaks veeväljaks, mis nagu harudena tungib põhja-poolkerale mandrite

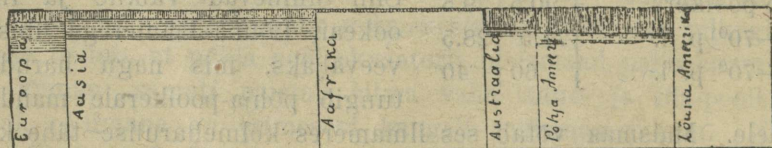
vahele. Maismaa võtab ses ilmameres kolmeharulise tähe kuju ja moodustab nagu saarekesed kesk vett. Ida-poolkeral tekib Vana Ilm (Euroopa, Aasia ja Aafrika) ja lääne-poolkeral Uus

Ilm (P.- ja L.-Ameerika). Neisse kuulub kunni 87% tervest maismaast. Muu osa võtavad oma alla Austraalia, Antarktika ja Arktis ja vähemad saared (6%). Arvaksime meie maismaa külge ka selle ala merest, mis mitte üle 200 m sügav pole — laugmeri, siis saaksime ühise kontinendi — mannerlava. Siin ühineksid kõik mandrid, ainult mõned saared — ookeani saared — jääksid eemale.

Mannerlava võime jaotada põhja- ja lõunamandriks. Esiimesesse 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 enam kultuurajalooline kui geograafiline mõiste. Sellevastu eralduvad oma pinna ehituslaadi poolest täiesti Põhja- ja Lõuna-Ameerika, olgugi et neid seob ahtake Panama maakitsus, ning neid vaatleme kui iseseisvaid mandreid. Nagu tabel näitab, on Euroopa, Aasia ja P.-Ameerika enam liigestatud kui teised ilmajaod. Sellest on tingitud nende rahvastiku kultuurilise arenemise võimalused (79. joonis).

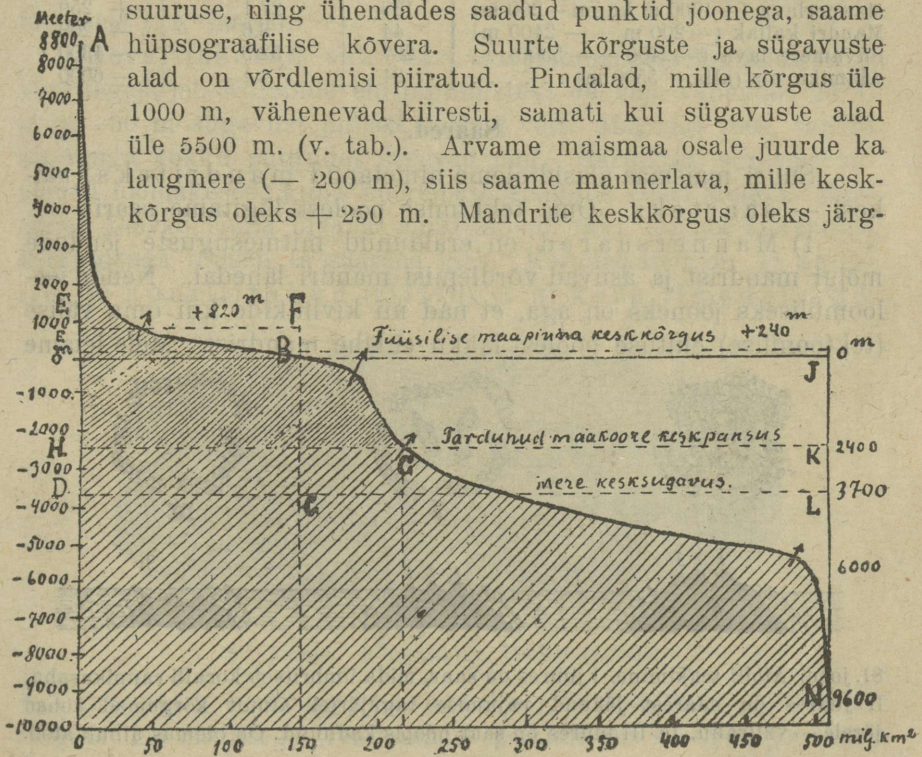
		Pindala miljonit ruutkilomeetrit.					
		Manner	Poolsaared	Saared	Kogupind	Liigestus protsent.	
Euroopa	} Euraasia . . .	6,5	2,7	0,8	10,0	35) 26%	
Aasia		33,5	8,0	2,7	44,2		
Aafrika		29,2	—	0,6	29,8	2,1	
Austraalia		7,2	0,4	1,3	8,9	1,9	
Põhja - Ameerika (ühes Kesk-Am.)		18,0	2,0	4,1	24,1	25,5	
Lõuna-Ameerika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



— manner ■ Poolsaared ▨ saared

79. joonis. Maismaa liigestus.

Hulgalised maismaa kõrguste ja merede sügavuste mõõtmised annavad meile pildi kõrguste jaotustest maakeral. Eriti kujuka ülevaate saame sellest hüpsograafilise kõvera abil (80. joonis). Asetades loodjoonele kõrgused ja sügavused meetrites ning rõhtjoonele kõrgustele vastavate maa-alade väljasaaruse, ning ühendades saadud punktid joonega, saame hüpsograafilise kõvera. Suurte kõrguste ja sügavuste alad on võrdlemisi piiratud. Pindalad, mille kõrgus üle 1000 m, vähenevad kiiresti, samuti kui sügavuste alad üle 5500 m. (v. tab.). Arvame maismaa osale juurde ka laugmere (— 200 m), siis saame mannerlava, mille kesk-kõrgus oleks + 250 m. Mandrite kesk-kõrgus oleks järg-



80. joonis. Hüpsograafiline kõver. ABGH — mannertomp, ABCD — maätomp.

mine: Aasia 940 m. Põhja-Ameerika 730 m, Aafrika 670 m, Lõuna-Ameerika 580, Austraalia 360 m ja Euroopa 300 m. ning maismaa üldine kesk-kõrgus 820 m (EF 80. joonisel). Nii on kõige madalam mandritest Euroopa.

Ülesanded: Näita gloobusel ida- ja lääne-, lõuna- ja põhja-, mandri- ja veepoolikut.

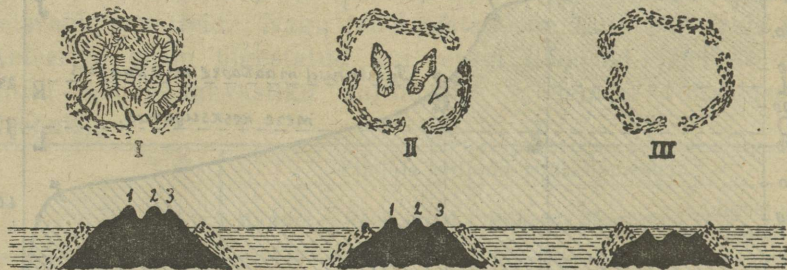
Maakera pinna jaotus kõrguste järele.

	Pind milj. km ²	% % maakera pinnast	Keskkõrgus 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

Saared.

Suuri maismaa alasid oleme nimetanud m^andriteks, 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 (tektoonilise) ehituse poolest lahku ei lähe mandrist. Meie leiame



81. joon. 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.

seal samu uhtlademeid ja kristallilisi 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 mandrimassiiviga midagi ühist, vaid on tekkinud iseseisvalt, hoopis kõrvalisest ainest. Need jagunevad: a) vulkaanilisteks, b) koralli- ja c) kuhjatussaarteks.

Vulkaanilised saared on mere põhjast üles kerkinud seal tegutsevate vulkaanide mõjul. Sellepärast on neil ka, 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 kuuluvad: Santoriini, Strombooli, Hawaii, Krakatau, P. Heleena, Ülestõusmise j. t. saared.

Korallisaared tekivad troopikameredes korallide tegevuse tagajärjel. Korallide elutingimusteks on vaja vähemalt 20° C ja 40—50 m sügavust puhast soolast vett. Magedas vees, samati ka õhuga kokku puutudes surevad nad. Harilikult surevad vanemad loomakesed, kuna nooremate asundus edasi areneb. Mereained toovad sinna liiva ja muid aineid, ning lõpuks merepõhja kerkimisega tõuseb ta saarena üles. Korallisaared on 1) atollid, 2) korallirahud (riffid) ja 3) korallimadalikud.



82. joonis. Rõngassaar, keskel laguun.

Atollid — rõngassaared — on harilikult ulgumerel, rõngataolise ehitusega (rõngassaare tekkimiseks vaata 81. joonist). Nendel on keskel vesi — laguun, mis ühe või mitme käigu varal merega ühenduses (82. joonis). Laevadele pakuvad atollid head peatuspaika.

Vaikne ookean on eriti rikas atollidest. Marshalli, 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.

Kuhjatussaared (akkumulatsioonisaared) 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.

Poolsaared.

Poolsaarte rohkus on iseäranis silmapaistev põhjamaandritel, eriti Euroopal. Poolsaared tekivad kahel kujul: 1) külgeliitumise teel ja 2) liigestuse teel. Külgeliitunud poolsaared (liitpoolsaared) on geoloogiliselt ja orograafiliselt iseseisvad tervikud ja mandriga nooremal ajajärgul madaliku varal ühinenud. Säärased on Krimm, Fennoskandia kõrgmik, mis Äänis- ja Laadoga järve nõo kaudu ühinenud mandriga. Ka kodumaa rannikult leiame mõnda saart (Noarootsi j. t.), mis hiljemal ajal ühinenud mandriga. Ent need pole mitte liitpoolsaared, sest nad eraldusid ainult madala silma kaudu, mis nüüd liivaga osalt täitunud.

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

Ülesanded: Näita kaardil suuremad saared ja poolsaared. Selgita mõnede nende tekkimist. Tuleta meelde kodumaa saared ja poolsaared.

Nüüdisaja pinnavormid.

Kõrguste suhted maakera pinnal.

Maapinnal märkame kõrgemaid ja madalamaid kohti. Kõrguste määramiseks võime kasutada kaht viisi: 1) võttes aluseks merepinda (normaalnull NN) või 2) ümbruspinda.

Arvates merepinnast üles või alla saame mere- ehk absoluutse kõrguse (ü. m. p.). Sealjuures märgime need kõrgused, mis allapoole merepinda, miinusega (—), näiteks — 180 m.

Maa-alasid, mis madalamal merepinda, nimetame alamikuks ehk depressiooniks. Alamikke leiame Kaspia ja Surnu mere, Aarali järve jne. ääres.

Maa-ala, mis kunni 200 m ü. m. p. ulatub, on madalik. Eestimaa, Põhja-Saksamaa, Venemaa on madalikud.

Kõrgemaid maa-alasid ja mägestikke, mis 200—1500 m ulatuvad, eraldame keskmikuks ja keskmägestikuks. Neid leiame Kesk- ja Lõuna-Saksamaal, Shotimaal, L.-Prantsusmaal jne.

Veel kõrgemad alad üle merepinna on kõrgmikud ja kõrgmägestikud. Kõrgmägestikud oleksid Alpid, Himaaja, Karpaadid, Andid jne. Kõrgmik oleks Tiibet, Abessiinia j. t.

Võtame kõrguste mõõtmisel aluseks oma ümbruse, siis saame relatiivsed ehk suhtelised kõrgused. Relatiivsete kõrguste tähelepanemine ja mõõtmine on palju kergem kui absoluutsete. Maastikku toovad nad ka palju enam mitmekesisust.

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

On pinnavormi kõrgus oma ümbrusest (neutraalsest pinnast) (alla 100 m, siis nimetame seda kinguks. Ümbrusest üle 100 m kõrgemale tõusvaid kõrgendikke hüüame mägedeks.

Absoluutse kõrguse järele oleks Eestimaa madalik, kuid relatiivse kõrguse järele leiame siin nii kinke kui ka mägesid, nagu Suur Munamägi, Väike Munamägi jne.

Ülesanded: 1. Otsi kaardilt mõned tähtsamad alamikud üles. Missuguse värviga märgitakse neid kaardile? Kui suur on nende absoluutne kõrgus?

2. Kirjelda, mida näed mõnes neist alamikkudest.

3. Näita ja nimeta suuremad madalikud, keskmikud ja kõrgmikud kaardil. Kaardil leiame nende kõrguse arvudes tähendatud olevat.

Pinnavormid.

Eespool-toodud harutused näitasid meile, millised kõrguste suhted esinevad maapinnal. Nende kõrgendikkude juures tegutsevad 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 kungas, mägi, org, üksik mäe-ahel jne.

Igaüks neist põhivormest omab hulga mitmesuguseid osasid, milledest 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 puududa võivad (orul — jõesäng). Harva esinevad põhivormid eraldatuina; harilikult koonduvad nad ja annavad uue pinnavormiüksuse — rühmvormi: künkad — kungastiku, mäed — mägestiku. Looduses leiame rühmvorme palju tihemini kui põhivorme, mis enam ideaalsed vormid on, mille tundmine vajalik on selleks, et saada selgemat kujutelma vaadeldavast maa-alast.

Laiadel maa-aladel liidame rühmvormid veel vormialadeks ja viimased vormivöödeks, mis juba tervet maakera pinda ümbritsevad.

Pinnavormide põhimõisted: vormiosis \Rightarrow põhivorm \Rightarrow rühmvorm \Rightarrow vormiala \Rightarrow vormivöö.

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 ei ole vahelduva väliskujuga piiratud kehad. Nad ei moodusta rühmvorme ja võivad esineda ainult vormiosistena või põhivormidena. Vormiosistena leiame neid labamägede pinnal, orgude, nõgude põhjas jne. Iseseisvad tasandikud asuvad mererannikuil, mägede vahel jne. Rand- ja ranniktasandikud on kõige sagedamad. Pärnu madalik, piiratud Pandivere ja Viljandi kõrgustikkudega, on säärane ranniktasandik. Kuresaare ümbrus samuti. Randtasandikke leiame paeranna ja mere vahel. Kõik meie tasandikud on madalikud.

Kõrguste suhtes liigitame tasandikke: 1) madal- ja kõrgtasandikud, mille kõrgus ulatub kunni 200 m (mõnede arvamisega ka

300 m) ü. m. p., 2) kesktasandikud — kunni 1500 meetrini, 3) kõrgtasandikud üle 1500 m. Viimaseid nimetatakse ka alptasandikkudeks ja kiltmaadeks. Tasandik esineb väga vähel-dasel alal.

Leiame seal vaheldamisi kõrgendikke ja lohke, mis üldiselt aga ei muuda palju tasandiku väliskuju, siis saame lausmaa. Eestimaa oleks lausmaa, samuti ka Põhja-Saksa- ja Prantsusmaa, Siber, preeriid, ljaanod ja pampad.

Kõrguse mõttes on madalik sama mis madaltasandik, keskmik ja keskmägestik sama mis kesktasandik jne., ent esi-mene ei ütle meile selle ala väliskuju, vaid ainult kõrguse, kuna viimane meile mõlematest annab pildi.

Tekkimise mõttes võivad olla tasandikud mitmesugused.

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

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

3) Kuhjatustasandikud on moodustunud jõgede, glet-sherite või tuule mõjul, mis murenemissaadused asetasid lohku-desse ja pinna reljeefi tasasemaks muutsid. Neid leiame Schveit-sis, Hiinas (lössitasandikud).

Kõrgendikud.

Kõrgendikkude liigid on: 1) latvkõrgendikud, 2) lavakõr-gendikud, 3) selgkõrgendikud ja 4) ringkõrgendikud.

Latvkõrgendikkudest leiaksime kodumaal kupli ja kühma. Kuppel on säärane latvkõrgendik, mille nõlvad on kaunis järsud (üle 10°). Põhijoonis on tal ümmarik. Samasugune põhijoonis on ka kühmal, ent kühma nõlvad on laumad (alla 10°), mispärast põiklõige neil erikujuline. Välismail leiame peale nende kahe põhivormi veel terve rea teisi vorme, nagu koonus, püramiid jne. Ühendame neid vä-liskujulisi (morfoloogilisi) pinnavorme relatiivsete kõrgustega, siis saame kuppelkingu, kuppelmäe või kühmkingu. Nende vormide ladvad on ümmarikud-kumerad, nõlvad võivad olla

üks järsem, teine ka laum. Kodumaa kõrgustikkudel leiame just neid pinnavorme.

Lavakõrgendikel puudub latv, nad on pealt tasased. Tihti on tasandik laialdane; siis muutub ta platooks. Lavakõrgendiku põhijoonis võib olla mitmesugune, ainult põiklõikes on ta pealt tasane. Meil on lavakõrgendikke harva; palju tihemini esinevad nad välismail. Ühenduses kõrgustega saame lavamäe (Aafrika Laudmäed) või lavakingu.

Selgkõrgendiku põhijoonis on piklik, tihti väga pikkki võrreldes lausega. Latv on muutunud siin harjaks.

Nõlvade järskuse järele liigitame selgkõrgendikke 1) maa-künnisteks, laumate (kunni 10⁰) ja 2) seljakuteks, järsemate (üle 10⁰) nõlvadega. Need kaks selgkõrgendiku vormi on kodumaal valdavas. Välismail võime leida veel väga mitmesuguseid selgkõrgendikke (telkkõrgendik).

Ringkõrgendiku põhijoonis on looketaoline, mõnikord ka ringikujuline. 1) Lookseljaku kuju oleks ülalt vaadatult looga sarnane. 2) Sirpseljaku aga oleks sirbikujuline. Mõlemad ringkõrgendikud avalduvad meil eestkätt mere ääres, liivaluudetenä, muidu aga ka mandril, kõrbedes jne. (Venemaal — barhaanid). 3) Pärisseljakuid leiame rohkem välismail (vulkaanid), kodumaal harvemini (Kaali järve ümbrus, vanad linnamäed, näit. Kaarmal). Ühendades neid vorme relatiivsete kõrgustega saame look-sirpmäe, lookkingu jne.

Kingud ja mäed.

Kingud on, nagu nägime, väheldased kõrgendikud, mis ainult (kunni 100 m) üle ümbruse tõusevad. Absoluutse kõrguse järgi võivad nad ka enam kui 1000 m kõrged olla. Tähtis on kingu määramises ainult suhteline, relatiivne kõrgus. Nii võime kinke leida ka Tiibeti kõrgmikul, olgugi viimane kunni 4000 m ü. m. p. Vormi poolest võivad kingud väga mitmekujulised olla. Sama lugu on ka nende tekkimisega. Mererannikul ja kõrbedes moodustab liiv kinke (düünid), sisejää tegevuse alal on nad kujunenud moreenmaterjalist, laava- ja mudavulkaanid võivad samuti anda kinke.

Asub ühisel alusel enam kui üks kink, siis kujuneb kingustik. Kingustik on rühmvorm maastikus, kuna üksik kink põhivormina esineb. Ka Otepää, Pandivere, Paunküla jne. kõrgustikud on kingustikud.

Mägi on teine tähtis eraldatud kõrgendik maastikus. Ta kõrgus ulatub oma ümbrusest enam kui (100) m üle. Sarnaselt kinkudele võivad üksikud mäed (põhivormid) koonduda ühisele alusele ja mägestiku (rühmvormi) anda.

Mägestikud, mille relatiivne kõrgus pole suurem 1000 meetrist, on keskmägestikud. Need mägestikud, mis üle ümbruse enam kui 1000 m künivad, moodustavad kõrgmägestikud (Alpid, Himaalajad).

Vaatleme meie maastikus kõrgendikke, ilma nende võrdlevat kõrgust tähele panemata, ja on üksikud eraldi seisvad kõrgendikud üksteisega lähemini seotud, siis saame siin kõrgendikkude rühmvormi kõrgustiku. Nii oleksid meil Pandivere, Otepää, Põhja-Eesti jne. kõrgustikud, kus esinevad üksikud kõrgendikud, väga mitmekesise vormiga ja võrdleva kõrgusega (kuppelkink ja -mägi jne.).

Väliskuju järele võivad mägestikud olla: 1) massilised mägestikud, kui mägestikuala pikkus ja laius ühesugused, ja 2) ahelmägestikud, kui nad seotud üksteisega ahela lülidenä. Viimane mägestikkude vorm on sagedam.

Tekkimine.

Mägestikkude tekkimise põhjuseks on väga mitmekesised tegurid. 1) Tektoonilised mägestikud on moodustunud maakoore siirduse (dislokatsiooni) mõjul. Neis leiame a) kurd- (Alpid, Juura, Uurali mägestik) ja b) tompmägestikke, kus kurrud murenemistegevusel uhetud (Böömi mets, Skandinaavia mägestik), c) pankmägestikke, nagu Ärtsi mägestik, ja d) ülangmägestikke (Schwarzwald). 2) Purskmägestikud on vulkaanilise tegevuse tagajärg. 3) Eroosionmägestikud on algeliselt olnud tasandikud, kuid mägestiku laadi omandasid nad jõgede uhtmise ja murenemise tegevusel.

Looduses on mägestikkudel võrratu kaugeleulatav mõju. Nad mõjuvad teatud maa-ala kliima peale, on veelahkmeks ja lähtekohaks jõgedele. Ka eraldub nende taime- ja loomailm tasandikkude taimkattest ja loomastikust ning avaldab palju enam mitmekesisust ja liikide rikkust. Inimese arenemisele pakuvad mägestikud samati omapäraseid tingimusi. Kliimaline vaheldusrikkus, kare ümbrus jne. on tekitanud mägestiku elaniku, kes oma kehalise tusedusega, julgusega ja vaimlise sitkusega palju erineb madaliku elanikust.

Ülesanded: 1. Leia kaardilt mõned tasandikud.

2. Nimeta mõned tähtsamad kodumaa kõrgendikud. Mis nad on — mäed või kingud? Kui kõrged on nad relatiivselt?

3. Märgi üles kõik kodukoha mägede ja kinkude nimed.

4. Kui kaugele näeb mõnelt tähtsamalt kingult?

5. Märgi üles kodukoha kõrgendikkude põhivormid ja rühmvormid.

6. Kirjelda oma kodu lähedalt mõnda kõrgendikku. Kui järsud on kõrgendikkude nõlvad? Millest seisavad nad koos?

Kodumaa kõrgendikud ja nende tekkimine.

Kodumaa on lausmaa. Mägesid leiame ainult üksikult siin-seal, nagu S. ja V. Munamägi, Tedremägi, Vällamägi, Emumägi j. m. t., mis oma piiratud relatiivse kõrgusega kadudes kinkude sekka üldist lausmaa iseloomu muuta ei suuda. Kõrgendikkude põhivormidest esinevad siin valdavalt kühmud, kuplid, maakünised ja seljakud. Ja ainult rarerannikul ning harva ka südamaas kohtame ka tasandikke. Siin-seal on jõgede erosiooni mõjul kujunenud ka lavakõrgendikud (Viljandi ümbruses) ja tuule tegevuse tagajärjel ringkõrgendikud (düünid).

Kõrgendikkude tekkimises on peaaesjalikult tegevad olnud kaks tegurit: sisejää ja voolav vesi. Diluuviumi-ajajärgul kattus Eesti paksu sisejää-koorikuga, mis Fennoskandia kõrgustikult alla libisedes küündis kunni 50° p. l. ja tervet Põhja-Euroopat kattis. Jääkatte paksus ulatus umbes 4 km (60° p. l.). Jää erodeeris tugevalt maapinda, millest üle ulatus, ja jättis sel teel saadud materjali sulamisel moreenide, rändrahnude ja -munakate, savi, kruusa jne. näol kodumaale maha.

Nii leiame Eestis 1) otsmoreene, mis tekkinud sisejää lõpus selle sulamise ajal (Ristna ninal, Valga ümbruses ja mujal), 2) põhimoreene, mis moodustunud jää all; nende kaju on sageli kuppel või kühm. Põhimoreenid on koos kruusast, liivast ja savist. Neid leiame igal pool üle terve kodumaa: Raplast lõunas, Emumäe ümbruses, lõuna pool Tormat, Lõuna-Tartumaal, Võrtsjärve ja Viljandi ümbruses jne. Nad tekitavad kingulise moreenmaastiku, millel tihti ainult vähe lainjas ilme. Kingud on mitmesuguse kõrgusega (10—60 m relatiivselt) ja nõlvade järskusega. Viljandi ümbrus on selle maastiku tüübilisem esindaja.

Peale ülalnimetatud pinnavormide, mis on kujunenud just jää tegevuse otsekohelel mõjul ja selle tõttu ka väga vahelduvast materjalist koos, on veel pinnavorme, mille moodustamises on kaasa avitanud ka voolav vesi. Neis moodustustes on kõigis sorteeritud materjal. Neist nimetame järgmisi:

Vallseljakud (oosid) on pikad maakünnised ja seljakud, mida rahvas Neeruti ümbruses ka Kalevipoja künnivagudeks nimetab. Neid leiame ulatuvat mere poolt kunni Aegviidu, Lehtse, Tapani jne. Need on pikad ja kitsad moodustused, peaaegu loodesuunas minevad; nende vahel asuvad osalt sood, rabad ja järved. Nad on tekkinud jää all voolava vee kuhjumisest ning on koos kruusast ja liivast, mis kihitatud.

Voored (drömlinid) on ovaalset kaju, rööbiti jooksvad seljakud ja maakünnised. Neid leiame eriti palju Põhja-Tartumaal, kus nad moodustavad niinim. vooemaastiku. Peale selle leiame neid veel madalate loodesihiliste maakünnistena põhjapoolses Võrtsjärve otsas, siis loode pool Viljandit ja Tarvastus ning mujal. Ka voorte vahel asetsevad madalad soised moldorud, kuna harjadepõllud ja elamud koondunud. Nende pikk telg, mis vahest 5—6 korda suurem lühiteljest, ühtib jää liikumissuunaga. Neis on ka sorteeritud materjal, ainult peal võib olla vahel veidi õhem moreenkate. Moodustunud on nad liustiku väravais jää taganemisel.

Mõhnad (keemid) on ümmargused kuplid ja kühmad, sarnased põhimoreeniga. On koos ka sorteeritud materjalist. Tekkinud on nad voolava vee tegevuse tagajärjel.

Ringkõrgendikud on oma enamuses liivamoodustused ja esinevad meil kõige pealt mererannikul.

Ülesanded: 1. Vaatle, missugusest materjalist seisavad kodukoha kõrgendikud koos. Joonista üles mõni kodukoha kõrgendik.

2. Märgi üles mõni kõrgendiku vorm ja asend.

3. Vaatle kruusa- ehk liiva-auku ja joonista selle läbilõige üles.

4. Märgi üles, missugune latv, jalg ja nõlvad on mõnel kodukoha kõrgendikul.

5. Kas on mõnel kõrgendikul vaatetorne? Vaatle sealt, kui kaugele näeb, ja kirjelda, mida näed, üles märkides seda ilmakaarte järele. Võrdle väljavaate avarust mäejalal samaga mäe otsas.

Lohkvormid.

Nagu nägime, nimetatakse iga pinnakohta, mis madalamal ümbrusest, lohuks. Lohk ei olene mitte kõrgusest; nad võivad ette tulla ka kõrgmägedel kui ka alamikus.

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

Sulglohud on igalt poolt piiratud seintega. Neisse kuuluvad:

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

2) Liud on madal piklikümmarik lohk, millel raske märgata vahet põhja ja seinte vahel. Tekivad moreenküngaste kui ka liivahang-de vahel.

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

4) Häilud on ümmargused katlakujulised lohud.

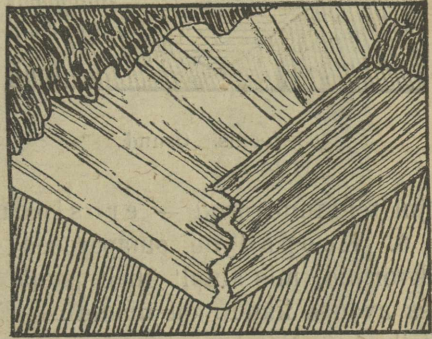
5) Mollid on laugude veerudega madalad lohud.

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

Kõiki neid lohke võime siin-seal moreenkinkude ja düünide vahel kohata. Nad on võrdlemisi väheldased ning ei paista alati silma. Välismaade lohkudest võiksime tähelepanu pöörata veel niinimet. doliinide ja poole peale, mis mõlemad tekkinud vee mõjul lubjakivi aladel (karstis). Kuju poolest tuletab doliin meelde suurt häilu või lehtrit, poole aga moldi.

Avalohud.

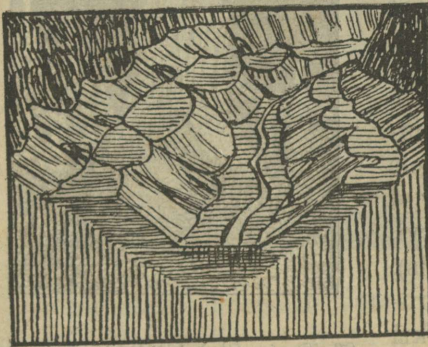
Avalohke nimetame orgudeks. Orgude kuju võib olla mitmekesine, mis tingitud osalt sellest, et orud tihti ühenduses on veega. Tuleb ainult silmas pidada, et vee olemasolu orus pole mitte tingimata tarviline; sellepärast tuleb ikka vahet teha oru ja seal leiduva jõesängi vahel. Tõuseme meie mööda orgu, kus voolab jõgi, ülespoole, siis jõuame kohale, kus jõgi täidab tervet orgu ja veerud puuduvad täiesti. Allapoole läheb org ikka laiemaks, ilmuvad veerud ja orulamm, see on, laiem tasane ala, oru põhi, kus lookleb jõgi. Tihti võib osa lammist (uhtlamm) sattuda kevadeti koguni vee alla, kuna teine osa (kõrglamm) alati kuiv on.



83. joonis. Sälkorg jõesängiga.

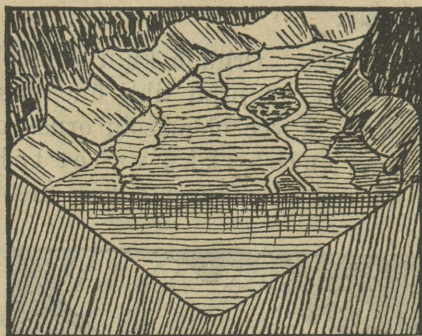
Orge, kus puudub lamm, nimetame sälkorgudeks (83. joonis). Nad esinevad jõgede ülemisel jooksul ja harilikult mägedes või maa-aladel, kus jõgede uhtmine eriti intensiivne.

Lammiga org moodustab lamoru (84. joonis), kuhu kuu-



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

lub ka moldorg, see on org, kus veerud tihti märkamata lähevad lammiks üle. Jõgede alumisel jooksul laieneb lamm niivõrd, et oru veere enam võimalik pole märgata — tekib orund, nagu seda leiame Kasari jõe suu pool (85. joonis). Kõrvalt suubuvad peaorgu harilikult lisaorud. Mõnikord ei ühti lisaoru-suu lamm peaoru lammiga, vaid jääb rippuva oruna kõrgemale.



[85. joonis. Orund.

mõjul tekkinud orud — erosiooniorud.

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 lebavad kergesti vees sulavad maapinna kihid (lubjakivi). Vesi, tegutsedes nii keemiliselt kui mehhaaniliselt, õõnestab aja jooksul maakoorde tühikud, millest kujunevad koopad. Koobaste laest ripuvad alla lubjaveest tekkinud lubjapurikad — stalaktiidid, millede alt vastu kasvavad stalagmiidid (86. joonis). Ühinedes annavad nad terve sammastiku. Tekivad sammaste vahele laialdased ja kitsad kõverad käigud ning saalid, kust võime leida järvi, kus voolab isegi jõgi (87. joonis). Mererannikul tekivad koopad murdlemise tagajärjel (näiteks Tiskri koobas Tallinna lähedal). Samati võivad koopad tekkida vee ero-

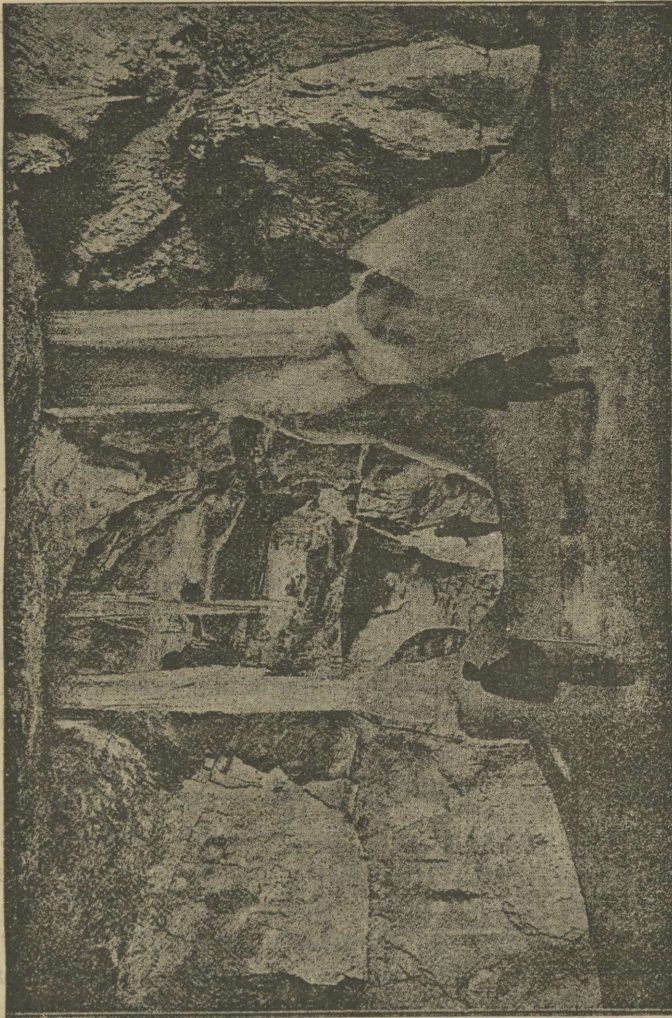
Välismaade orgudest on eriti tähelepanemisväärtilised kuristikud ja kanjoonid — järskude, peaaegu loodis veerudega mägestikuorud (Koloraado kanjoon).

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



86. joonis. Stalaktiidid ja stalagmiidid Jenolani koopast (Uus Lõuna-Wales Austraalias).

siooni mõjul (Taevaskojal, Tarvastus jne.). Välismail leiame koopaid karstimägedes Krimmis, Uuralis j. m.



87. joonis. Koobas.

Suuremaid koopaist võiks nimetada Adelsbergi koobast Krainas, Mammuti — Kentucky's, mis kuni 60 km pikk, Wyandotte'i Indiaana osariigis (37 km pikk), Sinikoobast Kapri saarel ja Aruküla koobast Tartu lähedal.

- Ülesanded. 1. Nimeta tähtsamad kodukoha lohkvormid.
2. Missugused orud leiad kodukohast? Määra nende suund ilmakaarte järele. Kui sügavad nad on? Kui järsud on veerud? Selleks valmista riist, nagu näha 11. joonisel. Sihi joonlaud oru veerule rööbiti ja vaata, missuguse nurga näitab loeke.
3. Mõõda orulammil laiust ära. Millega on kaetud oru veerud?
4. Kas on orus vesi voolamas? Kirjelda seda oja või jõge.
5. Võrdle väljavaate suurust orulammil ja ülemisel veerul.
6. Kas on kodukohas koopaid, kirjelda nende sise- ja välisehitust.
7. Märgi üles igasugused lohkvormid kodukohas. Kirjelda neid.

Vesikond.

Vee ringkäik.

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

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

Põhiveded ja allikad.

Põhiveded koonduvad vett läbilaskmatule, veekindlale kihile. Harilikult täidab vesi kiviliikides olevaid vahekesi ja nõrgub sealt aegamööda auku, kui see veekandiatesse kihtidesse ulatub. Sellele on rajatud kaevude valmistamine.

Ayane veekindel kiht kuskil maapinnale, siis saame allika ehk lätte. Allikate ehk lätete vesi sisaldab eneses alati mitmesuguseid sooli, mida vesi kiviliikidest läbi imbudes lahundatult kaasa võttis. Harilikult on soolade hulk niivõrd väike, et maitsemisel seda raske on tunda. Kuid üksikuid juhustel sisaldub teda ka enam; siis saame mitmesugused mineraalallikad. Allikad on jõgedele alliks. Kuid jõevesi setitab allikatest kaasa-

võetud 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. Kaevude vesi on meil enamail juhustel kõva (miks?). Jõgede vesi sellevastu pehme ja kõlblik praktilisteks otstarveteks.

Põhiveded saavad omale lisa veel tollest veest, mis maakoore sügavusest kerkib aurudena pinnakihtidesse ja seal temperatuuri madaldumisel veeks tiheneb (noor vesi). Igal erijuhul on seda muidugi raske või koguni võimatu kindlaks teha, kui palju on tekkinud ühel või teisel teel põhivett. Krimmis on tihti vihmasel ajal viinakeldrite seinad kuivad, kuid kuival ajal hakkavad nad vett jooksuma. See on tihenenud vesi, mis maakoorest kerkinud auruna väljapoole ja siin jahedama t^o kokku puutudes vettub.

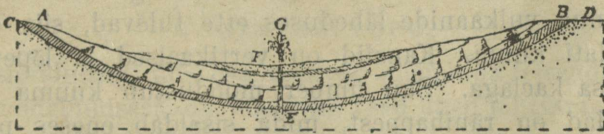
Ülesanded: 1. Märki üles oma kodu läheduses olevad allikad. Kuhu voolab nende vesi? Missugune (kõva või pehme) vesi on neis?

2. Võta 100 gr allikavett ja auruta ära. Kui palju on seal mineraal-lisandeid sees?

3. Millised taimed kasvavad allikate ümbruses?

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. Puu-



88. joonis. Puurkaev.

rime meie läbi ülemised kihid, siis purskab mööda puurauku vesi üles. Vee purske kõrgus oleneb sellest rõhust, mille all asub veekindla kihi nõos olev vesi.

Neid kaeve on esimestena valmistatud Prantsusmaal Artois's. Selle tõttu kutsutakse puurkaeve ka Artois' (artua) kaeveudeks.

Puurkaevud annavad väga puhast vett; sellepärast on neil tervishoiuliselt suur väärtus. Prantsuse valitsus on lasknud puurkaeve ka Sahaarasse (Konstantiini provintsi) teha. Sellega on ta osa liivakõrbe muutnud õitsvaks oasiks.

Ülesanne: Kirjuta üles kõik kodukoha puurkaevud. Kui sügav on sinule tüttav puurkaev ja missuguseid aluspõhja kihte ta lõikab?

Mineraalallikad.

Allikad, mille vees sisaldub tublisti soolasid, nimetame mineraalallikateks. Mineraalallikate vesi on tihti mõni kraad soem kui ümbruskonna õhk. Allikate vee t^o järele liigitame neid soojadeks ja kuumadeks (termid). Selle järele, misukesti soolasid seal leidub, jaotame neid väävli, süsihapu, raua jne. allikateks. Mineraalallikatel on teatav tervisline mõju, miks neid ka tervisallikateks kutsutakse.

Mõne allika veest leiame ka süsihaput lupja lahundatud olekus. Maapinnale jõudes eraldub süsihapu gaas ja lubi settib vees leiduvatele asjadele kõva koorena.

Ülesanne: Märgi üles kodukoha mineraalallikad.

Geisirid.

Geisirid on perioodiliselt tegutsevad allikad. Oma nime on nad saanud Islandis oleva Suure ja Väikese Geisiri järele. (89. joonis). 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 kitsa kaelaga. Suu ümber moodustub kuuma vee järv, mille kaldad on ränihapest, mida sisaldab eneses palju maa põhjast tulev vesi.

Aeg-ajalt, mõne tunni ehk päeva takka, tõuseb neist ülespursatud kuum veesammas 20—30 m kõrgusele. Selle põhjuseks on see asjaolu, et vesi kanali põhjas, mis vististi laiem, soeneb ja auruks hakkab muutuma. See aur on veesamba ja atmosfääri

rõhu all. Niipea kui auru rõhk ülalolevast rõhust suuremaks saab, viskab ta veesamba välja, mis üles lennates jahutub ja uuesti auku voolab. All algab uuesti vee soenemine, milleks sama palju aega kulub, nagu eelmiselgi korral. Siit on arusaadav ka see perioodilisus geisiritite tegutsemises. Kanali laius on 2 m ümber. Selle laienemisega jääb ülesvisatud samba kõrgus ikka vähemaks. Geisireid leiame Põhja-Ameerikas Yellowstone'i Rahvuslises Pargis (90. joonis), Uue-Meremaal j. m.



89. joonis. Geisir.

Ülesanne: Näita kaardil mõned geisirid.

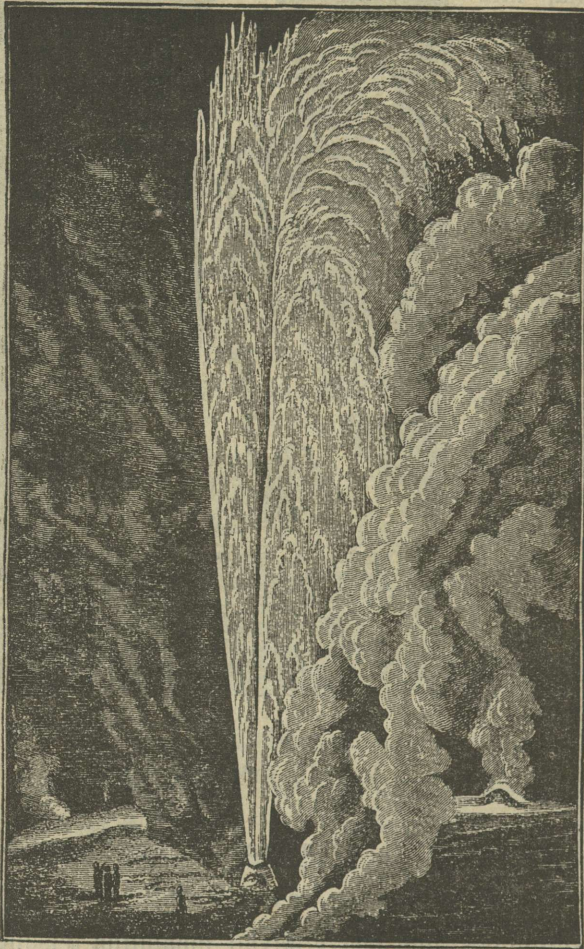
Pinnaveed.

Voolavad veed.

Välisjõududest, mis osa võtavad maapinna teisendamisest ja vormide modellimisest, on voolavad veed ühed tähtsamad tegurid. Maapinna vormide küllus ja mitmekesisus oleneb suuresti just voolava vee tegevusest, mis iseloomustub paljastamise, transporteerimise ja kuhjumisega. Maapinna paljastamine toimub jooneliselt, kuhjumine pinnaliselt.

Sademetena alla langenud vesi ja allikad on voolava vee — nirede, ojade, jõgede ja vooluste — sünnitajad. Need koguvad

murenemissaadused kõrgemalt kohtadelt madalamaisse — seis-
vaise vetesse.



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

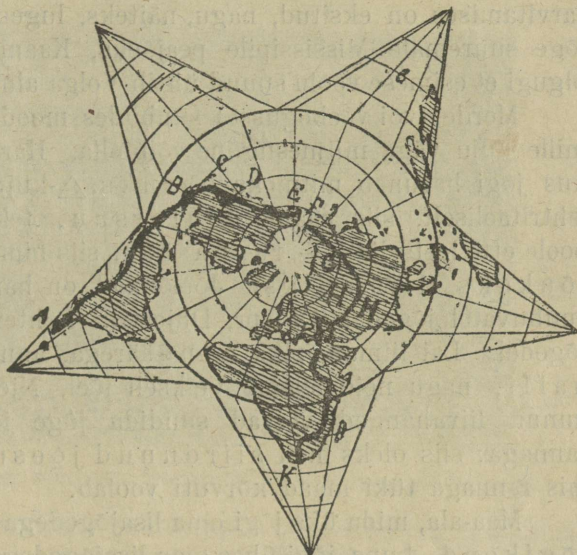
Jõgi.

Jõgi on pidev veeriba, mis allikatest voolab suu poole. Allikad asuvad jõel ikka kõrgemal kui suu. Allikate kõrgusest oleneb veevoolu kiirus jões. See määrab ka jõe languse suuruse.

Languks nimetame jõepõhja madaldumist ühe kilomeetri peal, mida väljendame meetrites või protsentides. Olgu näit. Suur Emajõgi. 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 allikas ja mida lühem on jõgi ise, seda suurem on lang ja seda kiirem veevool. Allikate pool on jõgedel lang harilikult suurem.

Kõrgem koht, kust jõed alguse saavad, on veelahe (91. joonis).

Veelahkmeid ei moodusta alati mitte mägede ahelikud, vaid ka vähem tähtsad kõrgendikud. Võtavad ühiselt veelahkmett kaks jõge oma alge nii, et nende veed ühtivad ja mööda veelahkme kallakut kahele poole voolavad, siis saame jõe kahenemise ehk bifur-



91. joonis. Maakera pea-veelahe.

katsiooni (Rossooni jõgi Narva ja Luuga jõe vahel; Orinoko — Kassikviaare — Rio Negro; Arno — Chiana — Tiiber).

Jõgi voolab ikka nõos, mida nimetame jõesängiks. Jõesäng lõpeb harilikult merde või järve. Meri on jõgedele valg-alaks. Jõed, mis voolavad sisemaal ilma merde suubumata, on valgalata (Tsaadi järve ümbrus). Tihti ei jõua jõed meredeni või mõne veekoguni sellepärast, et teel aurab liiga palju vett ära. Seesugused jõed kaovad ilma nähtava lõputa. Neid tuleb palju ette kuumakliimalistes ja sademeväestest alades, nagu Aarali-Kaspia madalikus (Murgab). Neid jõgesid nime-tame umbjõgedeks.

Järgnedes jõevoolule allikatest suuni, näeme, et teel liitub ühele jõe le järjest teisi vähemaid jõgesid ligi. Esimene oleks peajõgi, teised lisa jõed. Harilikult teeb suuri raskusi kindlaks määrata, missugust jõge nimetada peajõeks, missuguseid selle lisajõgedeks. Eriti paistab see meil silma, kus samal jõel isekohas uus erinimi on. Peajõeks on loetud harilikult kõige suuremat koonduvatest jõgedest; siis ühtlase kaldaehitusega, vee värviga, voolu suunaga jne. jõgesid. Kuid ka nende tunnuste tarvitamises on eksitud, nagu, näiteks, lugedes vähemat Missuuri jõge suuremale Mississipile peajõeks, Kaamat Volgale lisajõeks, olgugi et esimese voolu suund ühtib Volga alumise osa vooluga jne.

Merde (või veekogusse) suubudes moodustab jõgi jõesu, mille kuju väga mitmesugune võib olla. Harilikumad on delta, kus jõgi haruneb mitmeks haruks Δ -kujuliselt; laieneb suu lehtritaoliselt, siis saame lehtersuu, tekib sinna veel mere poole ette leetseljak — rannasäär, siis nimetame seda — jõelõukaks (liimaniks). Jõelõukad on harilikud Musta merde suubuvatel jõgedel (Dnjepr, Dnjestr). Lehtersuid leiame ka oma jõgedel. Lai liiman, pika rannasäärega, annab säärelõuka — haffi, nagu neid leiame Veikseli jõel, Njeemanil jt. Ettetuis-
kunud liivahanged võivad sundida jõge jooksmata paralleelselt rannaga; siis oleks meil siirdunud jõesu, 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 jõestiku annab.

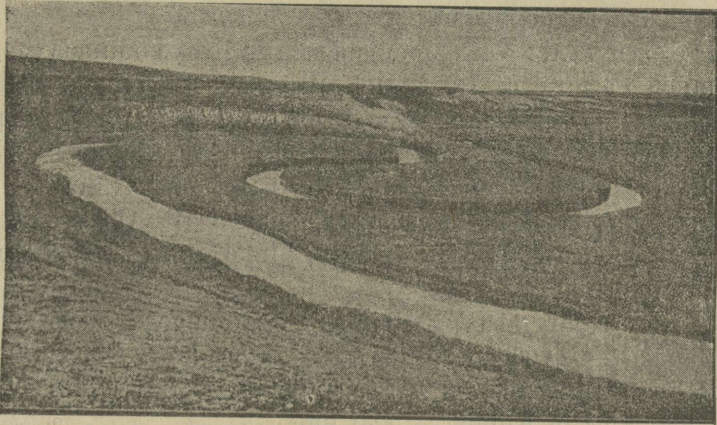
Iga jõe voolus võime märgata ülem-, kesk- ja alamjooksu, millel igal juhul oma iseärasused.

Jõgede ülemjooks on harilikult kõrgendikul (veelahe!), vee voolus on nobedam. 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 ja jõgi võib tihti ujutada üle oma ümbruse (Tissa, Emajõgi jt.). Keskjooksul muutuvad jõed ka laevatavaks, mida ülemjooksul ette ei tule.

Alamjooks kuulub juba madalikku. Vee vool jääb hoopis tasaseks, tekivad saared, madalikud, delta jne. Alamjooksul on kaldad vähe märgatavad, jõgi haruneb tihti harudeks,

mis oma aset ja kuju võivad muuta ning vahetada, tekivad ka silmused (meandrid), mis eraldatud jõesängist annavad umbkoolded jne. (Kasari, Väana, Pirita, Emajõgi jt.) (92. joonis). Muidugi ei avaldu kõik need omadused iga jõe juures, vaid ainult niinim. normaalsetel jõgedel. Ent on jõgesid, mis omavad ainult ülemjooksu, nagu Kordiljeeridest Vaiksesse ookeani suubuvad jõed. Mõnedel Alpi jõgedel (Inn, Iisar, Lech) on jälle ainult ülem- ja keskjooks.



92. joonis. Silmusklev jõgi. On näha maasopid, millest jõgi pea läbi murdmas.

Jõgede vee hulk. Tähtsamaks elemendiks jõel on vesi. Jõevee hulk oleneb jõesängi laiusel ja sügavusest, lisajõgede rohkusest ja suurusel ning äeskätt jõgikonna sademete hulgalist ja auramise suurusel. Veehulk jõgedes pole kunagi püsiv, vaid kõigub, olenedes ümbruse kliimalistest tingimustest. Kõrbedes tekivad juhuslise vihmavalingu järele jõed, mis kuiva ajaga kaovad. Tüübilised ses suhtes on Sise-Austraalia jõed — kriigid (creeks). Need on harilikult rida lompe, mis ainult väلتava vihmajärel 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 laiusel luha üle, jättes alanemisel maha hulga rammusat muda, mis soodustab lopsakat heinakasvu. Tuletagem siinjuures meelde

veel Niiluse jõge. Suvel, kui sademete hulk vähem, kuivavad meie jõed peaaegu. See on madalvesi. Siis võib pea kõigist meie jõgedest läbi pääseda jalgsi.

Talve algul, kui vee t^0 pinnal alaneb 0^0 , tekib põhjapoolsetele jõgedele jääkate. Alguses ilmuvad jää tekkimisel üksikud kohevad lobjakataolised jääkristallide kogud, mis aeg-ajalt külmaga ühinevad, kõvenevad ja üldise jääkatte moodustavad. Meie jõed külmavad umbes novembri keskpaigas ja vabanevad aprilli algul. Kiire vooluga jõed ei külma aga ka meil kunagi kinni. Samati jäävad lahti koskede kohad.

Ülesanded: 1. Joonista järgmiste kodumaa jõgede diagramm: Pärnu jõgi 135 km, Kasari jõgi 100 km, S. Emajõgi 100 km, Keila j. 85 km, Jägala 80 km, Pirita 75 km ja Narva 72 km pikk.

2. Joonista neile võrdluseks järgmiste välismaa-jõgede pikkus: Mississipi (ühes Missuuriga) 6500 km, Niilus — 5600 km, Amatsooni j. — 5500 km, Jenissei — 5200 km, Ob — 5200 km, Doonau — 2800 km, Dnjepr — 2150 km, Eufrat — 2000 km ja Rein — 1300 km.

3. Kujuta järgmised jõgikonnad ruutudena: Kasari — 2300 km², Jägala — 1700 km², Pärnu — 1500 km², Narva — 900 km², Ranna-Pungerja — 850 km², Pirita — 750 km², Valgejõgi — 650 km² ja Kunda — 450 km².

4. Joonista neile võrdluseks järgmiste välismaa-jõgede jõgikonnad ruutudena: Amatsooni j. — 7 050 000 km², Kongo — 3 700 000 km², Mississipi — 3 250 000 km², La-Plaata — 3 100 000 km², Niilus — 2 800 000 km², Leena — 2 400 000 km², Väina — 540 000 km², Doon — 430 000 km², Rein — 220 000 km² ja Veiksel — 200 000 km².

5. Märki üles, millal ilmub esimene jää jõele.

6. Millal avaneb jõgi kevadel? Kui kaua oli kodukoha jõgi jääga kaetud?

7. Pane tähele, kui palju tõuseb vesi jões suurvee ajal.

8. Kust algab ja kuhu suubub kodukoha jõgi?

9. Kui suur on ta lang?

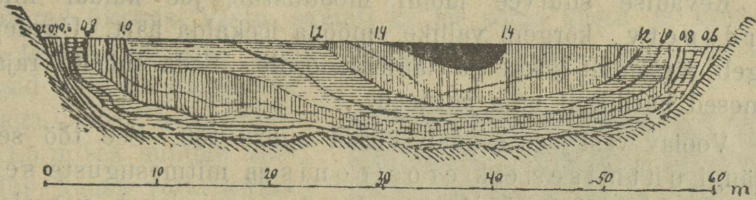
10. Vaatle, mis karva (värvi) on vesi jões talvel, suvel ja kevadel.

11. Märki üles, missugused taimed kasvavad jões ja jõe ääres.

12. Millises orus asub kodukoha jõe säng?

Jõe tegevus.

Jõe vee voolamine pole muud kui langemine 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) vee-

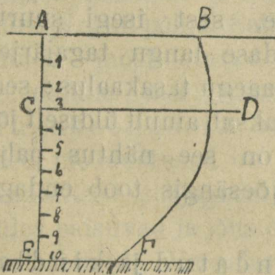


93. joonis. Jõesängi põiklambilõige. Ülal on märgitud üksikute veekihtide voolu kiirus.

osakeste 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 jõgedel kerkib voolukiirus kunni 5—6 m/sek, kuna see lausmaajõgedel (meil, näiteks) tihti ainult mõnikümmend sentimeetrit sekundis annab. Jõesängi läbilõikes pole voolukiirus mitte ühtlane. Hõõrumise põhjusel on ^{voolu kiirus} ta vähem põhjas ja jõe kallaste pool ning pinnal (93. joonis). Siin on kokkupuutumine jõesängi ebatasasustega ning õhuga. Keskjal ja vähe pinna all on voolukiirus

kõige suurem (94. joonis). Joont, mis seob suurema kiirusega pinna punkte, nimetame voolenõvaks. Üldiselt asub ta ikka jõesängi sügavamal kohal. Looklemise mõjul kaldub voolenõva konkaavsele — õõnsale — kaldale, mis selle tõttu ka tugevamini õõnestub.

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



94. joonis. Jõevoolu kiiruse kõver põiklambilõikes (CD kohal 3 m sügavusel on voolu kiirus suurim).

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, kohrhub.

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 elavast jõust, mis on tulemus jõe veehulgast ja voolukiirusest. Suurema languga jõgede tegevus on selle tõttu ka palju tõhtsam ja annab palju kaugemale ulatavad tagajärjed. Jõe veejõud kulub järgmisteks kolmeks ülesandeks:

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

On kaasakantav setteainete hulk vähem kui jõe elav jõud, siis jääb osa seda jõudu üle, mida võimalik on kasutada uhtmiseks. On aga materjali hulk sama suur, siis ei avaldu uhtumist sugugi. Kolmandal juhusel võib setete hulk elavast jõust koguni suurem olla; siis tekib jõesängis kuhjumine. Üldiselt võime öelda, et ülemjooksul, kus vee elav jõud suurem, valitseb erosioon, alamjooksul sellevastu esineb kuhjumine, sest isegi suurte vooluste jõud väheneb hõõrumise ja väheldase langu tagajärjel. Keskjooksul on setete raskus ja elav jõud peaaegu tasakaalus; seal puudub nii erosioon kui kuhjumine. Öeldu maksab ainult üldiselt jõe tegevuse kohta. Üksikasjaliselt võetud on see nähtus palju mitmekesisem, sest iga vähemgi takistus jõesängis toob endaga kaasa muudatusi ka elava jõu kulutamises.

Setted on jõevees kahel kujul — lahundatud ja kindla kehalised.

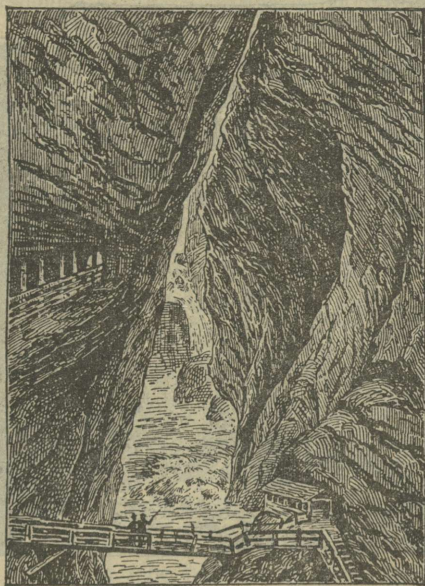
Esimesed setted moodustuvad mitmesugustest sooladest, mida kaasa toovad maapinda mööda nirisevad veed ja veel enam põhiveed. Aasta vältusel kannavad jõed määratu hulga lahun-

datud aineid meredesse (kunni 4 bilj. kg). Esimesel kohal esineb lahundatud ainete seas keedusool ja lubisoolad.

Kindlakehalised setted esinevad 1) suuremate kivi-klibudena ja kruusana, 2) liivana ja 3) hõljuva mudana. Tekkimisala järgi võivad nad olla ülinitmekesised. Nad võivad põlvneda jõesängist, kust nad lahti murtud, võivad ka hoopis mujalt jõkke kantud olla. Edasikandmisel hõõruvad suuremad kivitükid ja liivaterad üksteist vastu, samati ka jõe põhja vastu ja kaotavad oma teravad nurgad. Mida kiirem on veevoolus jões, seda suuremaid klibusid kannab ta endaga kaasa. Kiiruse puhul 1,5 m/sek suudab veevoolus kaasa võtta kunni tuimuna suurusi kiva, ning kiiruse juures 2 m/sek kunni 3 kg raskusi. Übajõgedes, kus veevoolu kiirus 11 m/sek, kanduvad edasi ka kaljupangad.

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

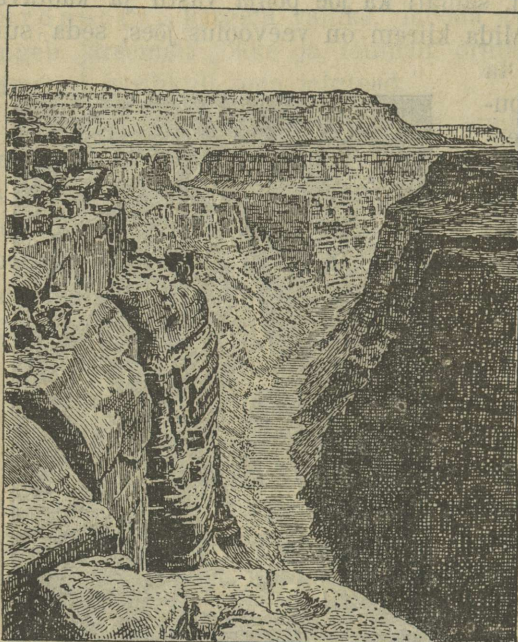
Jõgede setteainete hulk on väga suur. Meil eriti kevadel ja suurte sadude järele, kus vesi jões päris sogaseks ja tarvita-



95. joonis. Lichtensteini lõhangorg Pongaus. Salzburgi Alpides. Jõe-erosiooni suurepärase näide.

misele kõlbmatuks muutub. On arvatud, et jõed aastas kuni 10 km² kindlakehalisi setteid merde kannavad.

Tähtsamaks jõe tegevuseks on ka uhtmine — erosioon. Meie eraldame külje- ja põhja-erosiooni. Esimest liiki erosioon laiendab jõesängi ja tekitab looked, teine süvendab jõesängi. Ülemjooksul ja suurema languga jõgedel esineb valdavamalt põhja-erosioon, miks seal jõed voolavad ka sälkorgudes (95. ja 96. joonis).



96. joonis. Suur Koloraado kanjioon, mille sügavus ulatub kohati 2000 m. Jõe-erosiooni tagajärg.

Keskjooksul avaldub aga enam külje-erosioon. Kaasavõetud kruus, liiv ja ka kivi-klibud on tööriistad, millega vesi oma tegevust erodeerimisel suurendab. Jõesängi põhja tekivad uuristamisest tihti kõristaja-augud, mille seinad avaldavad just puurimise jälgi (evorsioon).

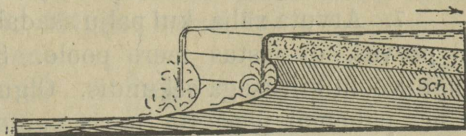
Põhjaerosiooni ülesanne on uhta jõesängi niikaugele, et ta oleks loodis kogu oma ulatusel ja ühtlase tasapinnaga — uhtmisalusega (erosioonibaasiga).

Sealjuures kuhjub ülemjooksult kaasa kantud aine alamjooksul, kasvatades jõesängi põhja.

Jõesäng pole kogu oma ulatusel mitte tasane. Üksikud kihid uhtuvad kiiremini ning selle tõttu tekivad jõad (Keila, Narva, Jägala jne. jõgedel). Joalt alla langev vesi ühes liiva ja kruusaga uhab allolevaid kihte, õõnestab ülemisi, mis järk-järgult alla varisevad. Nii nihkub juga ülespoole. Niagaara juga liigub 1,5 m aastas ülespoole (97. joonis). Samati taganevad jõad ka Narva

ja Keila jõel. On joarüngas koos ühekõvadustest või allapoole kõvemaks minevatest kiviliikidest, siis murdub järk-järgult ülemine serv ja joa asemele tekib alguses joastik (kaskaad), mis edaspidisel uhtmisel koseks või karestikuks muutub. Aja jooksul kaovad uhtmisel ka need. Kõdumaa jõed on eriti rikkad koskedest.

Külje-erosioon läheb rõhtsuunas ja laiendab jõesängi. Sälkorud muutuvad ruhi- ja pärast koguni



97. joonis. Niagaara joa ülespoole nihkumine.

lamorgudeks. Nende orgude tekkimisel on jõe looklemises suur tähtsus. Jõevesi ei liigu kunagi sirgjooneliselt, vaid annab kõverused — looked. Loogete tekkimise põhjuseks on maakera pöörlemine, maapinna kihtide mitmesugune kõvadus jne. Loogetes uhab jõgi pörkeveeru, kuna liuveerule settib kaasatoodud aine. Sel põhjusel on pörkeveer ka järsem, 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 (92. joonis). Vesi murrab kahe silmuse (meandri) vahel oleva maasopi ja voolab otsemini. Endisest silmusest saab umbkoold, mis ajavältusel jõest täiesti eraldub.

Ülesanded: 1. Arva välja järgmiste jõgede lang: Narva jõgi (Peipsi pind 30 m ü. m. p.), Suur Emajõgi (Võrtsjärve pind 5 m kõrgemal Peipsi järvest), Pühajõgi (jõe pikkus 30 km, allikad 53 m ü. m. p.), Valgejõgi (jõe pikkus 70 km, allikad 106,5 m ü. m. p.) ja Pirita j. (allikad 68 m ü. m. p.).

2. Vaata topograafiliselt kaardilt, kui kõrgel asuvad Pärnu, Kasari (Kaisma järv), V. Emaj. (Pühajärv), Keila ja Jägala jõe allikad, ning arva välja nende lang.

3. Mõõda kodukoha jõe laius teatud kohas ära. Kui sügav on ta keskel, parema ja pahema kalda lähedal? Võta neist arvudest kesksügavus.

4. Arvuta välja jõe läbilõige. Selleks korruta kesksügavus jõe laiussega.

5. Määra kodujõe voolukiirus. Selleks mõõda õe kaldal

10 või 20 m ulatus ja tähista see kepikestega. Lase ühe kepikese juures korgitükk vette ja vaatleme, kui mitme sekundiga ujub see mõõdetud maa ära. Arvuta siis vee kiirus sekundis (m/sek).

6. Vaatle, kus voolab vesi jões kiiremini.

7. Arvuta välja, kui palju saadab kodukoha jõgi vett a) tunnis, b) päevas, c) aastas mere poole. Selleks korruta jõe põigi-läbilõige voolu kiirusega sekundis. Olgu, näiteks, jõe sügavus keskel 2 m, pahemal pool 1,5 m ja paremal — 1 m, keskmine sügavus on siis $(2\text{ m} + 1,5\text{ m} + 1\text{ m}) / 3 = 1,5\text{ m}$; olgu jõe laius 10 m, siis on läbilõige 15 m^2 . Kui vee voolukiirus on 0,6 m/sek, siis voolab jõe kaudu igas sekundis $(15 \times 0,6 =) 9\text{ m}^3$ vett merde.

8. Määra ära, kui palju setteaineid on 1 liitris jõevees. Selleks võta mensuuriga 100 cm^3 vett ja auruta vesi ära ning kaalu järelejäänud muda ära.

9. Palju setteid kannab jõgi a) tunnis, b) päevas, c) kuus mere poole?

10. Vaatle, milline on jõe põhi.

11. Pane tähele, kus on jões tekkinud liivakuhjatised. Tee neist läbilõige.

12. Vaatle, kuidas lookleb jõgi.

13. Kas on kodu lähedal umbkooldusid? jõelaguune?

14. Vaatle, missugused moodustised tekivad jõe suus?

15. Pane tähele jõe kalda ehitust.

Seisvad veed.

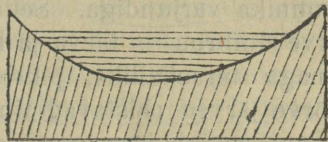
Järved.

Järvede all mõistame meie 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, milledes järved asuvad, võivad olla kaht liiki: ühed tekivad süvendistena maakoos, teised kujunevad maapinnale aga kuhjatiste taga. Esimestesse lohkudesse tekkinud järvi nimetame süvendisjärviks, teisi — paisjärviks (98. ja 99. joon.).

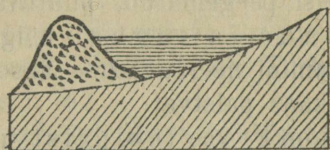
Eesti järved on oma suuremas enamuses paisjärved, tekkinud moreenküngaste vahelistes lohkudes.

Süvendisjärved võivad olla väga mitmesugustel põhjustel tekkinud. Nii tekivad ¹⁾vulkaanilised järved kustunud tulemägede avausel. Neid leiame Albaania mägestikus, Eifeli mägestikus, Jaava saarel j. m. Mägede kurrutusel ja murrangute ning visete moodustusel kujunenud lohkudes esinevad ²⁾tektoonilised järved, nagu Tanganjika, ja Surnumeri. Karsti maastikus tekivad maakoore sisse-lange-nõgudes ³⁾sisselange-järved ning ⁴⁾erosioonijärved asuvad neis lohkudes, mis on jääliustikud moodustanud maakoore.



98. joonis. Süvendisjärv.

Järved on enamasti tihedas ühenduses jõgedega. Järved, millel sarnane ühendus puudub, on umbjärved. Seesugustena esinevad meil paljud väikesed järvekesed. Järved, kuhu lõpevad ainult jõed ja millel puudub väljavool, on perajärved. Harilikult tekivad nad kuivakliimalistes maakera osades, nagu Kesk-Aasias. Seal leiame tüüpilise perajärvena näiteks Aarali,



99. joonis. Paisjärv.

Balkashi, Kaspia, Lop-Nori j. t. Viimasel pole isegi järve nõgu, vaid see on ainult Tarimi jõe suu. Kodumaa järved saadavad enestest harilikult ühe või enam veesooni välja. Need on allikjärved. Suuremad järved on enamasti läbi-voolu-järved, milles ojade

ja jõekeste kaudu kogunenud vesi leiab väljavoolu jõgede kaudu. Säärased on näiteks Võrtsjärv, Peipsi järv j. t. (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 sademetest ja jõgede kaudu juurde voolavast veest. Kuival aastaajal muutuvad seal järved tihti soodeks (Austraalia järved) või jälle kahaneb järve pind väga tuntavalt (Tsaadjärv).

Kuiva kliimaga maades esinevad järved on enamasti soola-järved, nagu Elton, Aaral j. t. Soola hulk on neil sedavõrd rohke, et suvel, kui auramine hoogsam, ta välja sadestub, kust teda siis kogutakse. Sääraseid järvi leiame rohkesti Kaspia madalikus (kunni 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. Samati mõjub järve vee karva peale vees² hõljuvate organismide hulk kui ka mitmesugused setted, mida sisse kannavad jõed. Meie järvede pruunikas värv on oleb orgaanilistest hapetest, mis saadud soodest. Lõuna-Euroopa järved meelitavad meid enam oma taevasinika — Genf ja Garda j. t. —, smaraagdrohelise — Boodeni — või õrna piimja sinaga — Neljakantoni järv.

Ümbrus annab järvele ainult näiva värvi, mis muutlik. Järvevee normaalne värv on oleb järgmistest asjaoludest. Vesi ei lase enesest mitte ühetasa valgusekiiri läbi. Kõige paremini läbistuvad¹ lillad, sinised ja rohelised kiired, halvemini — punased, braanzid ja kollased kiired. Päikese kiired küünivad vette ainult teatud sügavuseni. Veosakestest tagasi peegeldatud, puutuvad nad uuesti vaateleja silma. Et aga sinna ja tagasi käigul punased ja kollased kiired vees tugevamini neelduvad — absorbeeruvad, siis näib vesi meile ka sinakana paistvat.

Nagu mitmekesine on vee värv, nii on ka vee läbipaistvus järvis. Läbipaistvust mõõdetakse valge tsingist ketta abil, mis vette lastult teataval sügavusel enam silma ei paista. See sügavus märgitakse. Vee läbipaistvus on oleb¹ setteainete hulgast vees, kiirte langemise nurgast, vee t⁰ ja muist põhjusist. Schveitsi järvedes kõigub läbipaistvus harilikult 4 m (Boodeni) ja 25 m (Genfi järv) vahel. Üksikutel järvedel võib ta aga ulatuda ka üle viimase piiri. Meie järvede vee läbipaistvus on harilikult väike rikkaliku planktoni pärast ja teistel (missugustel?) põhjustel.

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 järve-

pind ümbruse t°. Külmal ajal on asjaolu ümberpööratud, kus siis, kui veel puudub jääkate, järv, vabastades endas varjatud soojust, kõrgendab ümbruse õhu t°. Siit on arusaadav, et suvel järvede läheduses jahedam ja talvel soem on kui kaugemal. Muidugi avaldavad tuntavat mõju ikka ainult suuremad veekogud.

Nabamaade ja parasvöö järved külmaavad talvel kinni. Selleks on vaja, et veepinna t° oleks 0°. Vaiksele järvepinnaile ilmub siis õhuke jääkirm, mis, kui õhu soojus ei muutu, järk-järgult pakseneb ning järve täiesti rautab. Lainetavale järvepinnaile ei teki nii kergesti jää. Alguses ilmuvad jääkristallid, mis lainetuse mõjul kampadeks kogunevad. Jääb järvepind vaikseks, siis ühinevad need jääkambad üldiseks kattedeks järvele. Jääkatte paksus oleneb talvekülmade karedusest ja vältusest. Meie laiuses ulatub see keskmiselt kunni meetri paksuseni.

Järvede kadumine. Järved on möödaminev, kaduv ilustus maakera pinnale. Nende saatus on sarnane elavate organismide saatusega. Nad tekivad, elavad ja surevad. Süvendades oma süngi, viivad jõed kõik vee järvedest, millise tegevuse ohvriks on sattunud nii paljud mägede järved. Ka kodumaa kadunud järvede hulgas leiame seesuguseid (Maartu järv Nehatus). 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 j. t.), Turkestanis, Lääne-Siberis, Ungaris, Alpides j. m.

Kõige enam kaob aga järvi selle tõttu, et jõed neid täidavad setteainetega; järved jäävad madalamaks ja kalda poolt sissetungivad taimed lõpetavad jõgede alustatud töö. Alguses võime veel näha üksikuid avavee laike — mülgaste ja laugaste näol, mis esinevad kaduva järve lõpu tunnustena. Ent 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 põhja muda-kihi (saapropel). Selle mudakihi paksus võib olla kaunis suur. Nii on Ülemiste järves seda muda kunni 17 milj. kantmeetrit. Sügavates järvedes tekib

veel niinim. niidulubja- ehk järvekriidi-kiht. Niidulubja-kiht on märjalt sinikasvalge, kuivalt aga tihti lumivalge, ja siis tarvitatakse teda kriidi valmistamiseks. Palju on teda tekkinud eriti peale-jääaegsetes järvedes. Viljandi järve kaldal ulatub selle kihi paksus kunni 1 m. Niidulubja-kihid on veekindlad ja soodustavad seega turba tekkimist.

Ülesanded: 1. Tähenda üles, missugused järved asuvad kodu läheduses. Missugune on nende vorm, kaldad, sügavus, laius, pikkus jne.? On see järv perajärv või mõni teine? Missugune vee värv on neil? Vaatle, kas avaldab ka ümbrus oma mõju värvi peale.

2. Vaatle, kui sügavale on järve vesi läbipaistev.
3. Mõõda järve vee t⁰ pinnal, 1, 2, 3, 4 jne. m sügavusel.
4. Vaatle, mäherdused taimed kasvavad järves ja missuguses järjekorras tungivad nad kaugemale.
5. Kas on kodu läheduses soostunud järvi?
6. Missugused kalad elavad järves?
7. Pane tähele ka teisi järveloomi.
8. Valmista järgmiste järvede diagrammid.

Järved	Pind km ²	Üle mere- pinna m	Suurem sü- gavus m	Järved	Pind km ²	Üle mere- pinna m	Suurem sü- gavus m
Kaspia	436.000	—26	1100	Laadoga . . .	18.000	5	256
Ülemjärv	80.000	182	307	Atabaska . . .	12.000	210	?
Viktooria	68.000	1185	?	Eyre	10.000	—12	?
Aarali	68.000	48	67	Äänis	9.700	35	122
Huuron	62.000	176	525	Weener	6200	44	86
Michigan	58.000	176	310	Peipsi	3600	30	15
Tanganjiika	35.000	780	647	Wetter	1960	88	126
Baikali	34.000	476	1600	Saima	1760	78	57
Suur Karu	28.000	119	?	Genfi	580	373	310
Suur Orja	28.000	158	?	Booden	540	395	252
Njassa	26.000	520	725	Võrtsjärv . . .	278	35	8
Erie	26.000	172	76	Komo	146	199	414
Winnipeg	25.000	216	26	Kahala	6	32	?
Tsaad	21.000	529	väga madal	Rõuge Suurjärv	0,2	115	41
Ontario	19.000	71	225	Ülemiste	6	35	umb. 7
Balkasch	19.000	274	25	Viljandi	1,2	40	umb. 8

Sood ja rabad.

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

Esimesel juhusel tekib rannalt vee peale ujuv sambla ja kõrgemate taimede kate, mis hõljuva koorena aegamööda üle kogu järvepinna ulatub. Aja jooksul tugevneb ja pakseneb see kord niivõrd, et suudab kanda peal ka suuremaid taimi. Pika-peale võib ta paksus ulatuda kunni järve põhjani. Nii tekib mädaso. Endisest järvest leiame säärases soos ainult laukaid järele jäänud olevat. Ent 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; lõikheinade abil tekib aga lausraba. Turbasammal ei armasta mineraalirikkaid vesi, neil kohtadel kasvavad harilikult lõikheinalised ja moodustub lausraba.

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 kõrgetele mägedele. Nii leiame Kilimandshaarol 3200 m kõrgusel veel raba.

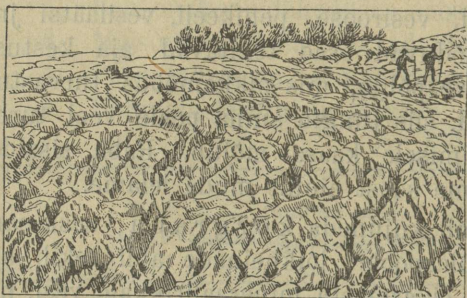
Kodumaa on eriti rikas soodest ja rabadest, millede alla umbes 15% tervest maa-alast kuulub. Kõige enam leiame neid Pärnu madalikus, kus vee valgumine väikese kallaku tõttu pikaldane.

Ülesanded: 1. Tuleta meelde kodumaa tähtsamad sood ja rabad.

2. Näita neid kaardil.
3. Selgita, kuidas tekib turvas.
4. Vaatle, mis aluspõhjal on tekkinud soo.
5. Pane tähele, missugused taimed kasvavad soos ja rabas.
6. Pane tähele, kus asuvad soodes inimeste asulad.

Karstinähtused.

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



100. joonis. Karrid Paekivi Alpides.

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

Urked ehk doliinid on kausi-, liua- või lehtritaolised lohud, mis esinevad tihti üks-teiselé väga lähedal. Nende sügavus ja laius on väga vahelduvad.

Nende põhi on paljas paekalju, aga tihedamini üle külvatud teravate kiviklibudega. Harva võime sealt leida ka vett, nimelt sadude järel. Kitsaste lõhede kaudu on nad ühenduses maa-aluste tühikutega, koobastega, milledes voolavad salajõed.

Urgete tekkimine toetub keemilisele erosioonile, mis maa-pinna alla õõned moodustab. Nende õõnte, 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 tulévad nende mõjul asetada teisele kohale isegi elamud ja liikimisteed.

Kõrvu urgetega asetsevad ka niinim. karrid (100. joon.). Neid leiame harilikult 1600—2300 m kõrgusel taimestikuta lubjakiivi-aladel, kus vesi keemiliselt erodeerides tegutseb pinnaliselt. Karrenid on kõrvujooksvad kivisse süvenenud 1—2 m ja 10—15 m sügavused vaod, mis jälgivad kallakule. Nad on kääruksed ning vahelduva laiuse ja sügavusega. Nende vahel on hambulised ja ümmarguste või teravate servadega vaoharjad, millede laius ka vahelduv. Rändajale pakuvad karrid suuri takistusi ülepääsmiseks ja võivad mõnikord saada hädaohtlikuks.

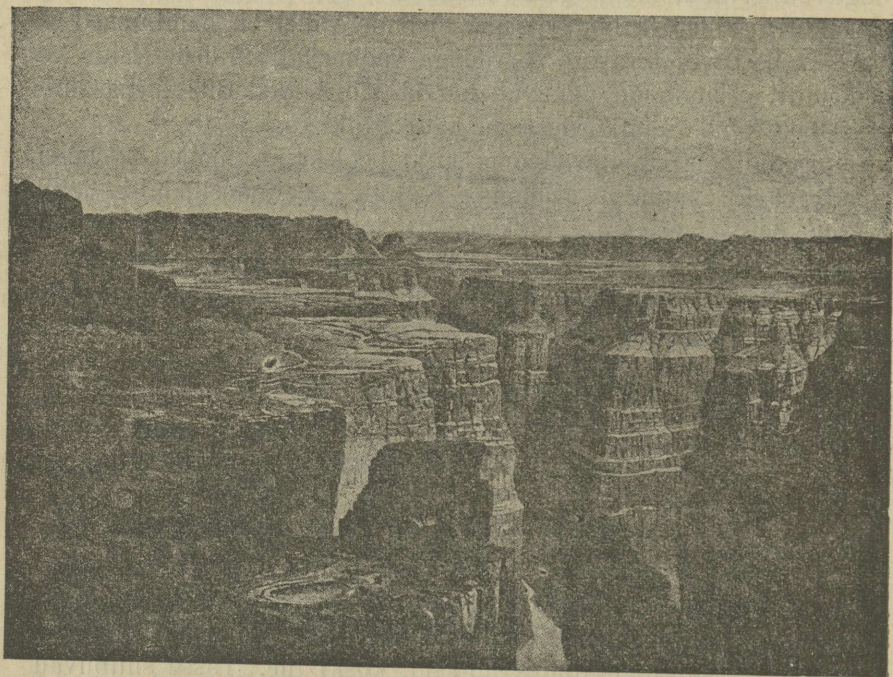
Doliinidele lähenevad oma kuju poolest ka pooljed — laiad nõod, väga ebatasase põhjaga. Sadude ja lumesulamise järel kogub neisse vett, mis pikkamööda lõhede ja urukeste kaudu nõrgub maa alla. Neid kasutatakse pinna niiskuse tõttu põldudeks. Nende suurus on tihti tähelepanemis-vääriline (Livno poolje 380 km², s. o. peaaegu 1½ korda suurem kui Võrtsjärve pind). Karstinähtuste hulka võime lugeda ka seda suurepärase erosiooni, mida märkame P.-Ameerikas Koloraado platool (96. ja 101. joonis). S. Koloraado jõgi on süvendanud sinna kunni 2000 m sügavuse lõhangu, kuhu suubuvad veel lisaorud, sügavad ja järskude veerudega.

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

Ülalnimetatud karstinähtused esinevad väga laialt. Me leiame neid Prantsuse Keskmägestikus, Krimmis, Uuralis, Jamaika saarel, Kentuckys j. m.

Kodumaal esineb karstimaastik Tallinna ümbruses ja on tuntud seal loomaastiku nime all. Oieti on ju terve Põhja-Eesti ja saared lubjakivisel aluspõhjal, mis soodsaid tingimusi pakub salajõgedele, urgetele ja pugemite tekkimiseks. Salajõgedena esinevad Põhja-Eestis Jõeleftme jõgi, mis Kostivere mõisast, kus pugem, Jõeleftme kirikuni (umbes 3 km) maa all voolab; Kuiva-

jõgi, 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.



101. joonis. Suur Koloraado kanjoon. On märgata suurejoonelist loodsihilist erosiooni. Kanjoni (hisp. k.: toru) suur sügavus (1—2 km) seletub sellega, et vihma-ahtras kliimas kõrgtasandik pea sugugi ei madaldu.

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. (Ida-urked), samati ka lehtreid (Järvakandis Rapla kih.).

Ookeanid.

Ookeanid ja nende piirid. Veekogu, mis ümbritseb maismaad, nimetame ookeaniks. On olemas ainult üks ookean,

mida ainult tingitavalt jaotatakse osadeks — Vaikseks ehk Suureks, Atlandi ja India ookeaniks. Nende ookeanide osiseid maismaa ranna läheduses nimetame, silmas pidades nende suurust ja kuju, meredeks, lahtedeks, abajateks, väinadeks, salmedeks jne.

Igal ookeanil on oma piirid. Loomulikkudeks piirideks on mandrid ja saared ning tingitavateks piirideks pikkussihid. Vaikse ja Atlandi ookeani vahel on piiriks 67° l. p., Atlandi ja India ookeani vahel 20° idapikkus ning India ja Vaikse ookeani vahel 147° i. p. Greenw.

Kuid ookeanide osised tungivad ka mandrite vahele ja sisse, moodustades lisameresid. On lisameri tunginud kaugele mandrisse, siis saame sise- ehk vahemere, nagu seda on Põhja-Jäämeri, Euroopa Vahemeri, Punane meri ja Läänemeri; kui nad uhavad aga ainult mandrite randu ja ei ole ookeanist päris eraldunud, siis nimetame neid ääremeredeks. Säärased on, näiteks, Põhja (Saksa), Beeringi, Ohoota, Jaapani jne. mered. Sise- ja ääremered liigestavad mandrite randuja soodustavad sellega liikimisvõimalusi inimestele.

Et kõik ookeanid ja mered üksteisega vahetumalt on seotud, siis on ka nende pinna kõrgus samasugune ning kõrvalekaldumised võivad olla väga väikesed. Sellepärast võetakse, nagu eespool nimetasime, absoluutsete kõrguste mõõtmisel aluseks ookeani ja mere pinda, nimetades teda normaalseks nulliks (NN). Sellest loetakse kõrgusi üles- ja allapoole, märkides viimaseid negatiivse arvuga.

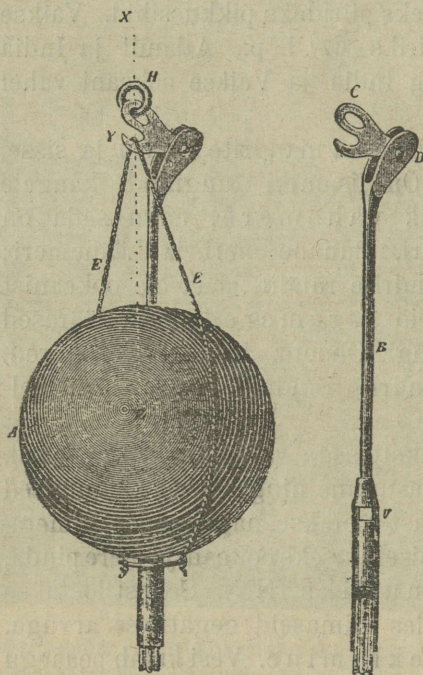
Ookeanide suurus ja tekkinine. Vesi katab peaaegu $\frac{3}{4}$ maakera pinnast. Kõige väiksem ookean — India — on 75 milj. km^2 ja sellega umbes 7,5 korda suurem Euroopast. Atlandi ookeani pindala on 106 milj. km^2 ehk umbes 2,5 Aasiat. Vaikne ookean katab 180 milj. km^2 , mis suurem on kui kõik maismaa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

Tekkimislooliselt arvatakse ookeanide sügavamaid osasid, mis lebavad mandrite vahelistes hiigla-ürghäiludes, olevat püsivad (permanentsed). Madalad lisamered on muutlikud. Maakoore kerkimisel muutub nende põhi maismaaks ja maismaa madaldumisel tekib sinna meri. Selle oletuse (permanentsusteooria) 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.

Ookeanide ja merede sügavus.

Ookeanide ja merede sügavust mõõdetakse loodiga, mis muud pole kui kuhikuline tina veonööri või traatköie otsas. Suurte sügavuste mõõtmiseks pole aga säärane lood kõlblik, sest küljerõhumise tõttu on teda võimatu merepõhjast üles tõsta.

Suurte ookeanisügavuste mõõtmiseks kasutatakse seepärast ka isesuguse ehitusega loodi (ameeriklase Brooke'i leidus) (102. joonis). Ta osadeks on varras, mis asetatakse läbi raske (100—250 kg) malmkera. Kera on traadiga kinnitatud telje küljes pöörleva konksu otsas. Konksu rõngast läheb läbi traatköis, mille otsas terve veos põhja lastakse. Niipea kui varras oma alumise otsaga ookeani põhja puutub, läheb nõõri või traadi aas, mis konksu otsas oli, sellest üle ja kera jääb põhja, kuna vabanenud raskusest varrast kerge on välja tõsta. Varda alumises otsas on auk, millesse tükk rasva on asetatud. Selle külge jääb ookeani põhja osakesi ja tõstetakse üles, kus neid võimalik on uurida.



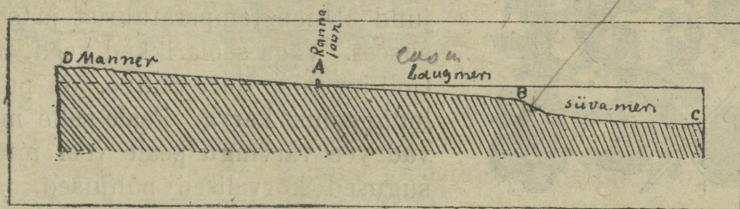
102. joonis. Riist ookeanide sügavuse mõõtmiseks (Brooke'i leidus).

Mõõtmised on näidanud, et suuremad ookeani sügavused on kokkukõlas suuremate mandrite kõrgustega. Suurim sügavus, mis senni leitud, on 9780 m (Everest 8800 m). Ta asub Filippiini alangus 40 mere penikoorma kaugusel Mindanao saare põhjaotsast.

Atlandi ookeani suurim sügavus on põhja pool Portoriko saart — 8340 m ja India ookeani oma Jaava saare lähedal — 7000 m. Üldiselt on aga üle 6000 m sügavusi merekohti vähe, küll aga

kunni 5000 m (Mont Blanc — 4800 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. Ent vahe- ja ääremered on võrdlemisi madalamad.

Ookeanide põhi. Mandrite rannalt vaob mere põhi pikkamööda madalamaks kunni 200 meetrini. Seda madalat merd kutsume laugmereks ehk shelfiks. Sellele laugmerekle järgneb kaunis järsk merepõhja lang — mandri aste, mis mannertombult viib süvamere de (103. joonis).



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

Süvamere põhi on üldiselt tasane, sest ta on kaitstud murenemisprotsesside purustamise eest. Pealegi hõljub merevees hulk sedimente, mis põhja vaodes tasandavad pinna ebatasasusi. Ometi leidub ka ookeanide põhjas kõrgendikke ja nende vahel laugude veerudega orge. Väga tähtis põhjareljeefi vorm on siin merealused alangud — graabenid. Need on sügavad ja kitsad vaod, mis harilikult kõrvu läheda rannikuga lähevad, nagu see märgatav Vaikses ookeanis. Olgu veel nimetatud, et Atlandi ookeanis Inglismaa ja Gröönimaa vahel on suurem kõrgustik — Transatlandi kiltmaa. See kõrgusik on liigestatud pikkade sügavate orgudega, mis tunnistavad, et siin on olnud kord maismaa, mis sidus Euroopat Ameerikaga, sest säärased orud on võinud tekkida ainult maismaal jõgede tegevusel. Sellel platool on Islandi saar. Selle platoo keskelt läheb Atlandi ookeani keskelt kõrvu Euroopa ja Aafrika rannaga lõunasse Atlandi kõrgustik, millest mõlemal pool on ookeani sügavamad kohad.

Põhja ladestus. Ranna-äärne ookeani põhi on kaetud

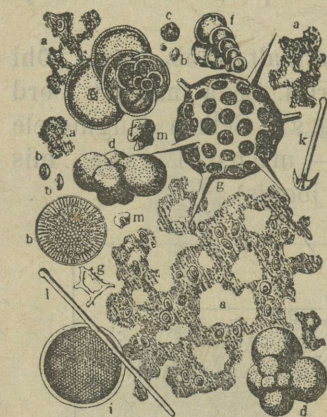
maismaa murenemisproduktidega — liiva ja mitmejämsuse kruusaga ning mudaga. See on ranna ladestus.

Süvamere ladestus on koos mikroskoobiliste mereloomade lubjakestakestest (planktoni organismid) (104. 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 soolaladestusest. Väga soolarikkad veed, nagu Golfihoovus, Kuro-Shiivo, on puhast indigosinist 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 efilist varjundit.

Merevesi sisaldab hulga sooli ja maitseb kibesoolasena. Keskmiselt



104. joonis. Atlandi ookeani süvamere muda; a — gipsimuda; b — diskoliidid ja cyatholiidid; c — kokkosfäär; d, e — globigeriin; g — radiolaarid; h, i — diatomeed jne.

ulatub soola hulk ookeanis 3,5⁰/₀. Sisemeres on see hulk vähem ja ripub suubuvatest jõgedest. Läänemeri Tallinna juures sisaldab kõigest 0,5⁰/₀ ja Matsalu laht, kuhu Kasari jõgi palju magedat vett juurde kannab, veel vähem (0,2⁰/₀), nii et seda vett kõl bab isegi juua. Merevees on keedusoola kõige enam (kunni 3⁰/₀). Peale selle leiame sealt veel kibesoola, mis annabki mereveele möruda maitse, ja lubisoolasid, mida paljud mereloomad kasutavad oma karbikeste ehitamiseks.

Soola rohkusest on merevesi tihedam (1,027), kui mage vesi (1) ning külmab sellepärast vähe alla 0⁰-lises temperatuuris.

Sool on merevees osalt juba alguliselt olemas ja ta rohkus on nii suur, et kui me kõik merevees leiduva soola laotaksime maakera pinnale ühepaksuselt, siis saaksime 31 m kihi. Kuid ka jõgedel ja auramisel on merevee soolaladestuse peale mõju. Ranna ääres, kuhu jõgedest palju magedat vett tuleb, on merevesi

magedam. Kuivakliimalistel aladel jälle, kus suur auramine mere pinnalt, on vesi soolasem.

Peale soolade sisaldub merevees veel õhku, süsihapet, vääv-
lisvesinikku (Must meri). Õhku saab merevesi atmosfäärist, mida ta endasse lahundab. Hapnikku sisaldab merevee õhk enam kui harilik õhk. Süsihapu gaasi hulk on tingitud mereloomade väljahingamisest kui ka õhus oleva süsihapu gaasi lahundamisest. Merevee pinnakihtide temperatuuri mõõtmise on lihtne ja võimaldub harilikkuude termomeetrite tarvitamisega. Sügavamate kihtide mõõtmiseks tuleb kasutada eriti selle jaoks valmistatud termomeetrit.

Troopika meredes kerkib pinnapealse kihi soojus kunni 30°C . Polaarmedes näitavad sellevastu kunni -3°C .

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

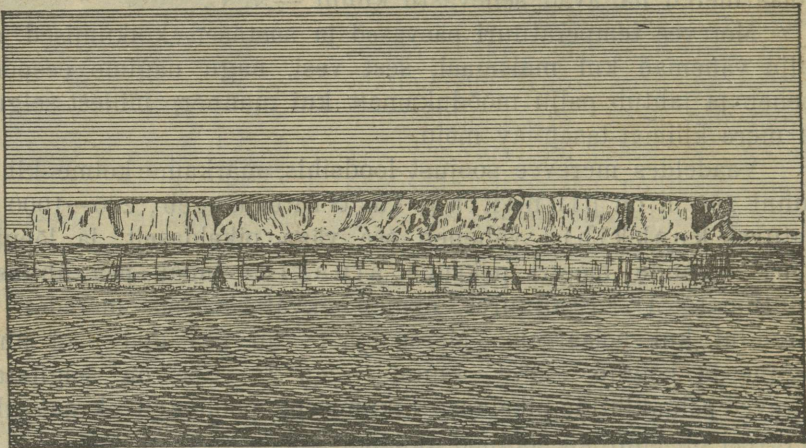
Vaadeldes merevee soojust loodsihis, märkame kolme kihti. Kunni 200 m on pinnakiht, kus t° ruttu langeb; 200—1000 m ulatuvas keskkihis väheneb see väga pikaldaselt, ja lõpuks mõne tuhande meetri paksune aluskiht omab pea ühtlase, muutumatu t° . Sealjuures alaneb ekvatoriaalseis meredes t° kiiremini kui polaariseis. Merepõhja t° on pea igal pool ühesugune ja kõigub $+2^{\circ}\text{C}$ kunni $-2,5^{\circ}\text{C}$. See on selgitatav merevee põhjakihtide pikaldase liikumisega poolustelt ekvaatorile. Merevesi on suureks soojuse allikaks lähedaile maismaile.

Jää ookeanis. Ookeani vesi külmab umbes -2° kunni -3°C temperatuuris, olenedes soolasusest. Kallastele lähemal, kus vesi magedam, külmab vesi ka rutemini. Ulgumeres takistab külmamist ka lainetus. Polaarmedes sünnib külmamine keskpaigaski. Jääkristallid ei sisalda soola, kuid neist tekkinud jääpangad on soolased, sest lained, heidetud jääle, jätavad külma-misel jääpangale soola.

Merejäät, mis otsekohe polaarmeredes tekib, tuleb eraldada jäämägesid, mis arktiliste maade jääliustikkudest murdunud ja merde sattunud (105. joonis). Polaarmaad on kaetud tihti paksu sisemaa jääga, mis mere poole liugub; 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. Nende jäämägede suurus on imposantne. Need on tõepoolest hiiglamäed, kunni 1—2 km pikad ja 300—400 ja enam meetrit paksud (Lõuna-Jäämeres). Veepinnale kerkib sest suurest paksusest ainult osake, sest jää erikaal on 0,9. Üheksa kümnendikku jääb täiesti veepinna alla. Neist jäämägedest leiame tihti koopaid, orbi (nischesid), võlve jne. Laevasõidule on jäämäed ülikardetavad. Nad asuvad tihti püsimumas tasakaalus. On küllalt väikesest tõukest, et säärane mägi ümber langeb ja laevale hukatust saadab („Titaanika“ hukkumine 1912. a.).

Jäämägede värv on pimestav-valge, vähese sinika



105. joonis. Ujuv jäämägi Lõuna-Jäämeres.

varjundiga. Tihti on jäämäed ümbritsetud paksu uduga, mis muudab neile lähenemise veel hädaohtlikumaks. Jäämägede sünnimaaks on Gröönimaa, Teravmägede, Franz-Joosepi, Noovaja Semljaa j. t. 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 mikrokoobiliste algloomade arv, mille karbikesed, ookeanide põhja settinult, moodustavad terved kiviliikide kihid. Seesugused on globigeriinid, foraminifeerid, diatomeed, radiolaarid j. t. Sealjuures pole olemas sügavuspiire, millest allpool ei esineks elavaid olevusi. Süga-

vusega väheneb ainult liikide ja esindajate hulk. Samati vahelduv on loomade värv ja kuju. Ookeanide sügavuses, kuhu valguskiired ei küüni, leiame palju loomi, kel puuduvad valgusetundlikud elundid. Teised liigid on jälle varustatud mitmesuguste valgustuselunditega.

Ookeanide taimeestik seisab koos peaaesjalikult vetikatest, milledest mõned liigid küünivad hiiglasuuruseni (*Laminaria Sargassum* j. t.), moodustades tihedaid metsi vee all, näiteks Ameerika ja Aafrika lõuna- ja edelaranna läheduses Sargassomeres ning läänes Asoori saartest.

Ülesanded: 1. Selgita, mis on väin, salm, laht, abajas.

2. Selgita, miks on ookeanide ja merede pind ühekõrgune.

Miks tulevad siin ette väikesed kõrvalekaldumised?

3. Võrdle üksikute ookeanide suurust diagrammil.

4. Pane tähele järgnevat tabelit ja võrdle üksikute ookeanide ja merede pindala ja sügavusi diagrammidel.

Ookeanid ja lisamered	Pind km ²	Keskmine sügavus m	Suurim sügavus m
A t l a n d i o o k e a n (ilma lisameredeta)	96 000 000	3450	8526
Iiri meri	210 000	60	263
Saksa meri	570 000	90	665
L ä ä n e m e r i (S. Munamägi 324 m)	406 000	55	463
Vahemeri (Eiffeli torn 300 m)	2 967 000	1430	4400
Hudsoni laht	1 222 000	130	202
Loorensi laht	219 000	130	572
Ameerika Vahemeri (Mexiko laht)	4 584 000	2090	6269
I n d i a o o k e a n	73 442 000	3930	7000
Punane meri	458 000	490	2359
Persia laht	233 000	25	112
Andamiina meri	790 000	780	3156
S u u r o o k e a n	165 800 000	4100	9780
Austraalia meri	8 125 000	1100	6505
Ida-Hiina meri	1 242 000	180	1100
Jaapani meri	1 045 000	1530	3575
Ohoota meri	1 500 000	1270	3370
Beeringi meri	2 275 000	1440	5700
Kalifornia laht	166 000	990	2904
Soome laht (Oleviste kiriku torn 139 m)	30 000	35	120
Suur väin		6	
Lahtine ookean	335 250 000	3870	9780
Lisamered	26 000 000	1190	6505

Merevee liikumine.

Merevesi on alaliselt liikvel. Ta pinnalt kerkivad auruna määratud hulgad vett üles, mis, tihenenud ja vihmana alla sadanud, mere rüppe valgub. Jõgedest merde valgunud vesi kannab kaasa rikkalikku settematerjali, milles mere põhjas kujunevad paksud lademed mitmesuguseid kiviliike, nagu liiva- ja paekivi-, gipsi- ja soolalademed. Mere lained uhavad randa, purustavad kaldaid ning heidavad rannale peent liiva, mis on materjaliks 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.

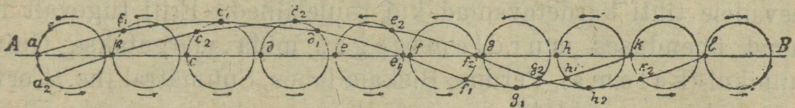
Lainetuse põhjuseks on eestkätt kiirelt vahelduv õhu rõhumine, mis tuulte puhumisel valitseb (106. joonis). Selle tagajärjel hakkavad veosakesed liikuma, nimelt saavad nad võnkliikumise. Mida tugevam on tuul, seda suurem on ka õhurõhu muutlikkus lühikese aja jooksul ning seda suurem on ka võnkliikumine, mida omab üksik veosake. Seda võnkliikumist suurendab veel õhusakeste hõõrumine ja tuule surve veepinnale.



106. joonis. Lainete tekkimine tuule mõjul.

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

liikvele ei pääse, vaid järjestikku. Sealjuures liigub iga veeosake oma orbiiti mööda. Orbiidi ülemises osas liigub see osake tuule liikumissuunale vastu, alumises päri (106. joonis). Nii võime öelda, lainetamisel ei liigu edasi veeosakesed, vaid edasi andub ainult liikumine, jõud, mis võnkliikumisesse paneb naabruses olevad veeosakesed. Katsume seda selgitada lähemalt. Tulgu laine pahemalt paremale, A-st B-sse (107. joonis). Alguses hakkavad

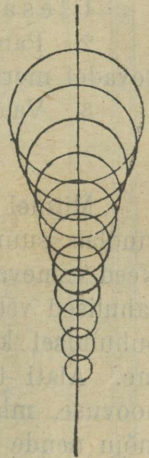


107. joonis. Lainete liikumine.

võnkuma pahempoolsed veeosakesed ja selle järele parempoolsed. Sel ajal, kui esimene veeosake 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, l ei ühti esimesega. Ta näitab ainult kõrgendikku ja nõgu edasi minevat. Nii liigub edasi ainult laine kõrgendik ja nõgu, haarates liikumisesse 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 alatasta sügavamale ulatumisega, kunni teatavas kauguses pinnast täiesti vaibub. See kaugus on lainete tugevusest (108. 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. Laevameestelt saadud teated mägedekõrgustest lainetest



108. joonis. Veeosakeste orbitaalne liikumine väheneb sügavamale.

nõuavad õiendamist. Läänemere lained küünivad harilikult 1,5 m kõrguseni ja harva 3 m.

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

Suurte tuulelainete turjadel tekivad veel vähemad lainekesed — virvendus- (kapillaar-) lained. 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, Biskaja lahes, Suumatralt jne. Terved veevallid veerevad siin ranna poole suure kiirusega, murdlevad ja põrkavad tagasi pöörates teistega kokku. Raske on sel ajal rannale läheneda (murdained).

Kinnistes sisemereses võivad kiirete ja tugevate õhurõhumiste muutmisel tekkida veel seisvad lained (seschid), kus vesi ühel pool — nagu nõus, mida loksutatakse — tõuseb ja teisel pool vaob. Lainete liikumise kiirus ulatub 7,5—24 m sekundis, mis vastab kiirrongi kiirusele.

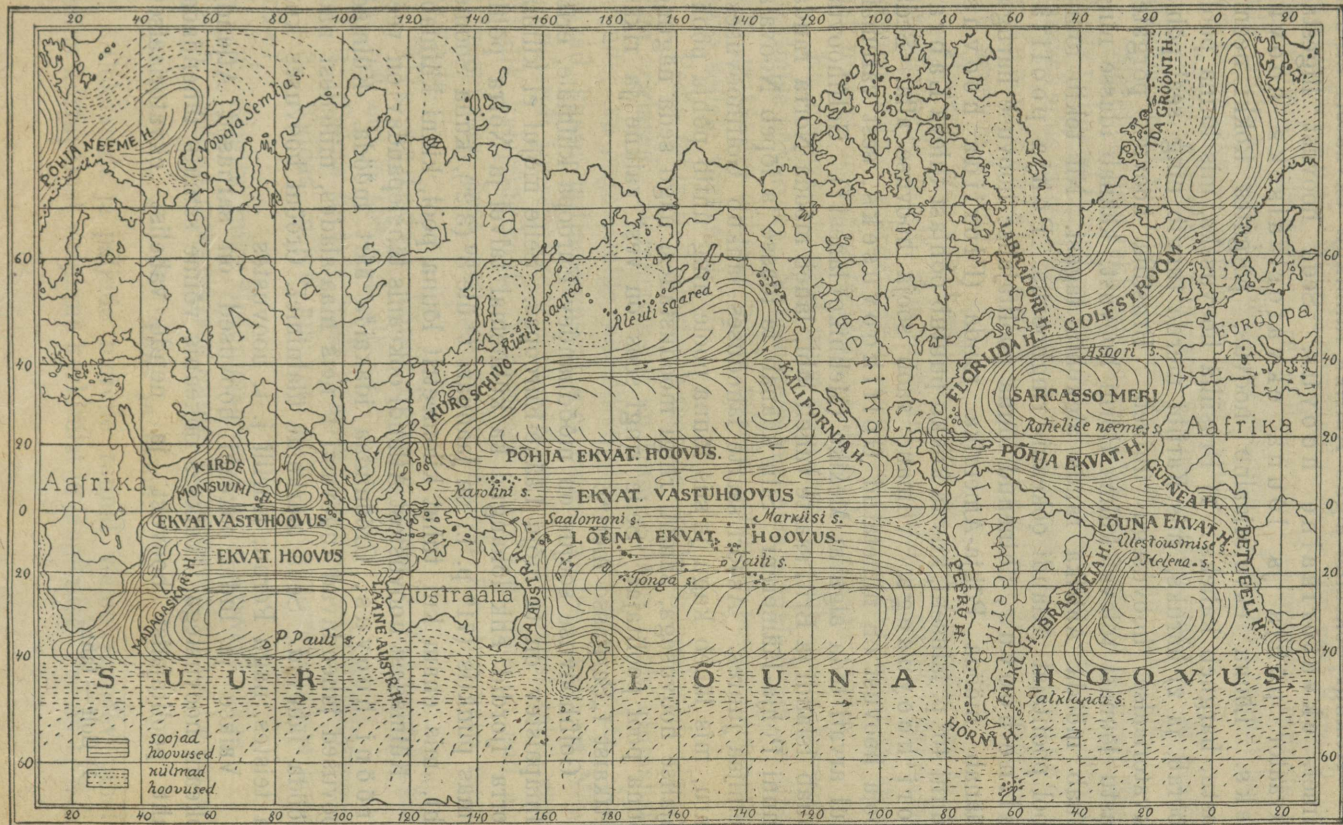
Ülesanded: 1. Vaatle merevee temperatuuri.

2. Pane tähele, millal ilmub jää merele ja millal avaneb kevadel meri.

3. Vaatle, missugused taimed kasvavad mererannikul.

Merehoovused.

Mitmel pool ookeanides märgatakse vee liikumist teatavas kindlas suunas. Neid nähtusi nimetame merehoovusteks. Need esinevad suurte jõgedena, millel kallasteks seisvad, enam rahulised veed. Merehoovuste põhjuseks on tuul. See tõmbab puhumisel kaasa pinnapealsed veosakesed, need oma all olevad jne. Alati ühes suunas puhuv tuul võib välja kutsuda merehoovuse, mis küünib kaunis sügavale. Merehoovustel on suur mõju nende maade kliima peale, mille ranniku lähedalt nad mööda lähevad. Ekvatoriaalsed hoovused toovad kaasa sooja parajakliimalistesse maadesse 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 (109. joonis).



108. joonis. Merehoovused.

Atlandi ookeanis algab Aafrika rannikult ekvaatori all niimet. 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 pöörab, ja 2) haruks, mis Kariibi merde tungib ning seal põhja ekvatoriaalse hoovusega ühineb. Brasiilia hoovus, pörgates vastu lõunast tulevat külma Horni hoovust, kääneb idasse ning jõuab mööda Aafrika randa algkohta tagasi. Nii tekib lõuna pool poolitajat Atlandi ookeanis ringhoovus. Põhja poolitajaline hoovus, ühinenud lõuna poolitajalise hoovuse haruga, kääneb mööda Põhja-Ameerika randa (Floriida hoovus) kunni 40° p. laiuseni, kus ta kokku puutub põhjast tuleva Labradori hoovusega. Viimane vaob sooja hoovuse alla. Seda sooja hoovust on nimetatud Golfihoovuseks, sest varem aial arvati teda algavat Mexiko (Mehhiko) lahest^{*)}. Golfihoovus jõuab Islandi ja Briti saarte vahelt läbi, läheb mööda Norra randa kunni Põhja-Jäämereni. Siin kääneb 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, samati 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 külma Norra fjordid ehk lõhangud ka külmemal talvel ja Norra põhisesmas punktis (71° p. l.) on jaanuari t° üle 3° (3,2°), kuna Soome laht, mis enam kui tuhat kilomeetrit lõuna pool, kinni külmab.

Külmadest hoovustest Atlandi ookeanis tähelepanav on veel Grööni hoovus, Gröönimaa idakalda äärt mööda. Külmad hoovused jahendavad tugevasti t° neis maa-alades, milledest nad mööda lähevad. Seda märkame ülalnimet. Grööni hoovuses kui ka teistes, nagu Peruu, Kuriili j. t. hoovustes.

Vaikse ja India ookeani hoovused on sarnased Atlandi ookeani hoovustega. Vaikses ookeanis võime samati tähendada kaht poolitajalist hoovust ja nende vahelist ekvatoriaalset

1) Golf — laht.

vastuhoovust. Nimetamisvääri line oleks siin veel Kuro-Shiivo 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 eestkätt püsivalt ühes koosis puhuvad tuuled — passaadid. Need rõhuvad vee liikvele teatavas sihis ja see kutsub välja eelnäidatud ringhoovused ja kompensatsioonid hoovused, mis äravoolavale veele uut asemele toovad.

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

Ka merevee t^o vahe ning soolasuse % 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.

Peale rõhtsate vooluste on meredes ka loodisvoolused, olgugi väga aeglased. Merehoovustel on suur tähtsus, peale kliimaliste mõjude, ka organismide edasilikumise ja levimise kohta. Nad toovad kaasa mitmesuguseid mereloomi, näiteks kalu, ja Newfoundlandi juures, kus kokku põrkavad kaks hoovust, tekib väga rikkalik kalapüügikoht. Vähematele mereloomadele on nad aga levimispiiriks, sest neil on raske pääseda üle tugevate merehoovuste.

Ülesanded: 1. Võrdle Euroopa, Aasia ja P.-Ameerika kliimat 70°, 60° ja 50° p. l. all.

2. Tuleta meelde, mida kõneldi maateaduses Golfihoovusest.

3. Kuidas mõjub maakera pöörlemine merehoovuste koosi peale?

4. Selgita, miks Gröönimaa on kaetud igavese jääga.

5. Selgita, miks tekivad niinim. kompensatsioonid hoovused.

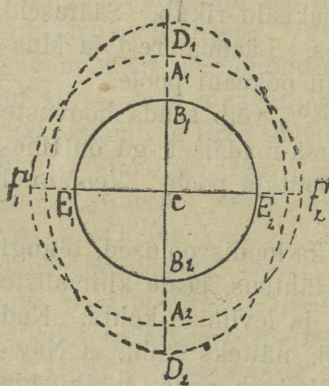
Tõus ja mõõn.

Ookeanide ja paljude merede rannal võime igapäev tähele panna korrapärast 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 kordi ka 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 külgetõmbega. Peasjalikult avaldub maakerale lähema taeva keha — kuu külgetõmme.

Tõusu ja mõõna lähemaks selgitamiseks oletame, et maakera on sile ja kaetud ühepaksuse veekorraga (110. 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 -ses; selles suurema kui B_2 -es ja B_2 -ses 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 kiirendusele. Liigub vesi A_1 -st D_1 -sse, siis ei lähe B mitte sama palju maad



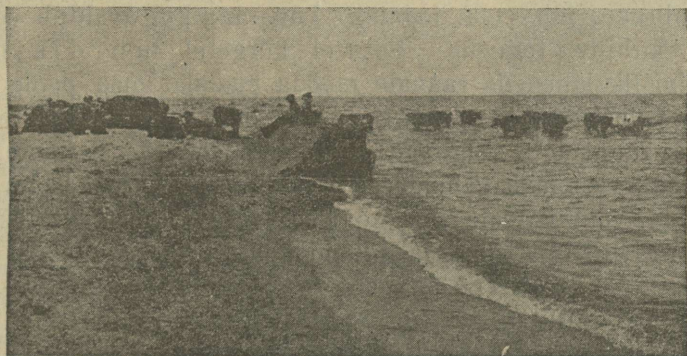
110. joonis. Tõus ja mõõn.

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 olevates 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 avalahtedes. Kinnistes sisemeredes (nagu Läänemeri) ei märka me seda mitte.



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

Tõusulaine kõrgus on ülimitmekesine. Ookeanides kõigub vahe tõusu ja mõõna vahel 0,5—2,5 m, kuid ranna läheduses ja kitsastes väinades ning lahtedes on see kõrgus palju suurem. Eriti veel, kui tõus ja mõõn ühtivad murdlemisega. Siis tõuseb, näituseks 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 jõel). Tihti annab see laine end mitu versta ülalpool tunda. 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 vajusainete sete, rannikul leiame aga ülimatekesist tegevust, mille tagajärjel avaldub rannikuvormide ja nende rühmituste küllus.

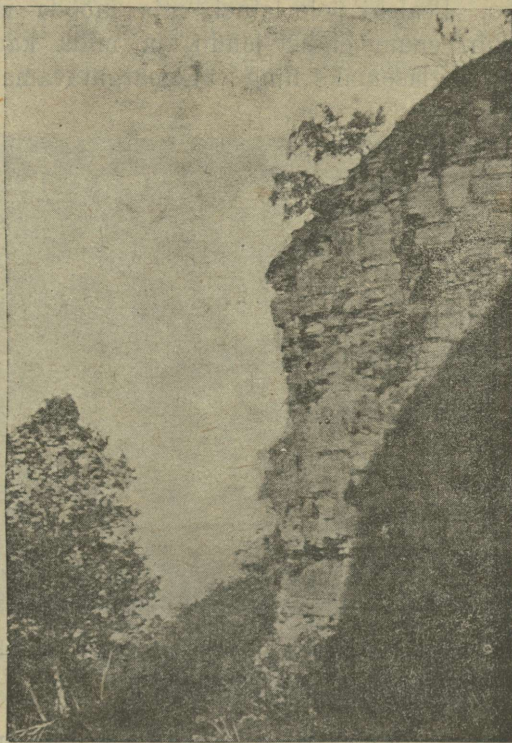
Eestis oleksid nimetamisväärilised järgmised ranniku põhivormid: lausrannik, pankrannik ja järskrannik ning peale selle nende mitmesugused rühmvormid.

Lausrannik on kujunenud laugmere ja lausranna ühendusest. Säärast rannikut leiame, näiteks, Pärnust lõunas, Haapsalu ümbruses jne. (111. joonis). Lausrannikul avaldub eestkätt lainete kuhjuv tegevus. Suurtel kõrgetel murdlainetel pole võimalik läheneda rannale mööda madalat maa poole liuska kerkivat merepõhja — veerelava. Nad murduvad teataval kaugusel rannast ja valguvad ulgumerele tagasi. Rannale jõuavad mööda veerelava väheldased veerlained, mis enam mitte ei purusta, vaid kaldale uhavad kerget liiva, loomakarbikesti ja meretaimi. Sellest materjalist moodustub rannajoonega kõrvu minev vall — rannarõõne. Mere (ka järve) taandumisel võime tähele panna mitut üksteisele kõrvu minevat rannarõõnet. Maa poole rannarõõnet võib korjuda vett; siis kujuneb sinna rannajärv, mis üldiselt väga lühiealine moodustis.

Jõesuud, suubudes lausrannikul merde, tekitavad tihti lehtersuud (Vääna jõgi) või koguni voolavad teatava maa rannaga kõrvu — siirduvad enim, kui merde avanuvad (Pärnu jõgi). Jõesuu ees tekib merelainete ja jõevoolu ühisel tegevusel veelaine kitsas kõrgendik — uhetoorm (Pirita, Keila, Pärnu j. t. jõgede suus). Kõrgemale kasvades ulatub ta leetseljakuks veest viimati välja ja muutub aegade jooksul saareks või maasääreks. Nii uhetoormed kui leetseljakud takistavad laevadele sissepääsu jõgedesse. Madalale lausrannikule pole haruldased ka jõgede deltad (delta lausrannik), nagu seda leiame Kasari jõel, ja luited (luite lausrannik), mida kodumaal siin-seal tihti kohtame (Tahkurannas, Kuresaarest lõunas, Sõrves j. m.). Nii avaldub lausrannikul mere tegevus peaaesjalikult aine kuhjamises.

Vähe teistsugune on see aga pankrannikul (112. joonis). Pank- ehk järsakrannik esineb Põhja-Eestis ja Saaremaal ja on kujunenud laugmerest ja järsust rannast. Järsk rand on moodustunud paeseinast, mis tihti otse loodis langeb merde (Mustjalal).

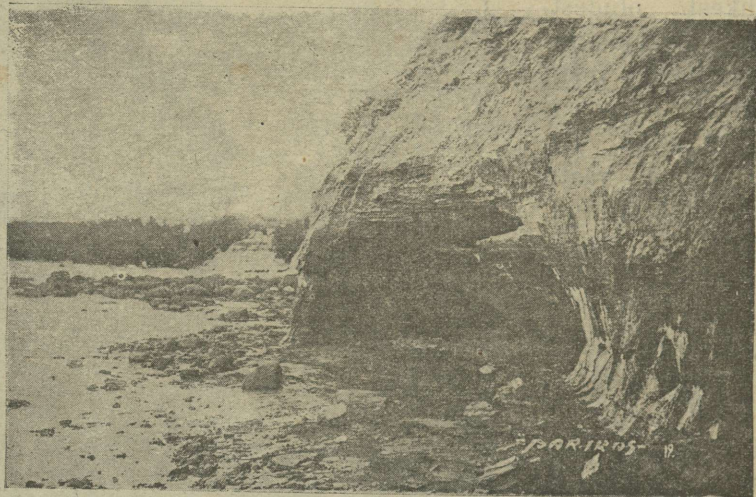
Pankrannikul tekivad murdlained, mille kõrgus ja tugevus oleneb paljudest kohalikest oludest. Üksteise järgi jooksevad murdlained vastu pankrannikut ja purustavad seda. Tugeva hooga vastu järsku randa visatud, tungib vesi kaljus olevaisse lõhedesse ja pragudesse, laiendab neid, uhab ja sulatab sealt välja üksikud peenemad osakesed. Tihti on lainete hoobid toetatud liiva- ja kruusateradega või koguni suuremate kividega. Säärase tegevuse mõjul moodustub panka alguses väike õõs, mis järkjärgult suurenedes annab murrutus- kulpa (113. joonis).



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

Viimane süveneb veel kaugemale panga sisse ja ülemised rippuvad kihid murduvad ja langevad alla. Vesi töötab nende kallal alguses, neid purustades liivaks ja kruusaks. Säärast lainete tegevust pankrannikul nimetame abrasiooniks. Abrasiooni tagajärjel panga alla kogunenud materjal moodustab rusukalde (114. joonis). Järkjärgult taandub abrasiooni mõjul

pankrand maa poole" ja selle jalal tekib peaaegu rõhtus lava — murrutuslava, mille merepoolsel serval asub rusukalle. Murrutuslava tekkimisega väheneb lainete abrasioon. Pangast alla varisenud kivitükid langevad murrutuslavale ja 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 murdlainete



113. joonis. Murrutuskulbas Rannamõisas. Paremalt nurgal märgata sambad, millele treininud lained.

tegevus. Pikapeale muutub pankrannik lausrannikuks, kus kaugemal tegutsevad murriklained ja ranna lähedal ainult veerlained.

Murriklained tekivad murrutuslava merepoolsel serval ning nende tegevus avaldub eestkätt kuhjumises. Ulatunud kunni veerelava äärmise servani, viskuvad nad uperpalli ja pöörduvad merele tagasi, vähendades sellega vastutulevate lainete jõudu. Sel põhjusel settivad kaasatoodud vajasained veerelava merepoolsel servale rannale rööbiku leetseljakuna, mis aja jooksul liivarahuks muutub. Liivarahu vastu murduvad murriklained ega pääse enam rannale. Ranna pool liivarahu kujuneb rannaalaguun, kus tegutseb ainult veerlaine.

Järskranniku annab meile süvamere ja järsu ranna ühendus. Murdlainete tegevus avaldub siin veel tugevamini kui eelmisel rannikul, sest süvamere tõttu on lainete kõrgus ja tugevus palju suurem. Ranna läheduses tekib palju järsem rusukalle ja abrasiooni materjal kantakse lainetes kergemini ulgumerele. Järskrannikul võime tähele panna samu osiseid kui pankrannikul, olgu ainult, et nad kiiremini arenevad ja kasvavad.



114. joonis. Rusukalle Baltiski neemel. Rusu ja rähk on osalt alla varisenud, osalt lebab paekaldal.

Need rannikute põhivormid ühinevad tihti mitmesuguste teiste moodustustega nii maa kui mere poolt, andes rühmvorme. Nii tekivad siin lited, 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 pealoodis seintega sügavad jää tegevusel tekkinud lõhangud — fjordid (115. joonis). Austraalias kohtame atollrannikut, mille moodustamisest võtavad osa korallid.

- Ülesanded: 1. Mis on rand, rannik, rannajoon?
 2. Selgita, kuidas võib tekkida uhetoorm.
 3. Missugustel jõgedel tead olevat deltid?
 4. Kus esinevad Euroopas eriti luiderannikud?



115. joonis. Lõhangrannik Norras (ülalt vaadatud).

Vesi kindlas olekus.

Lumepiir.

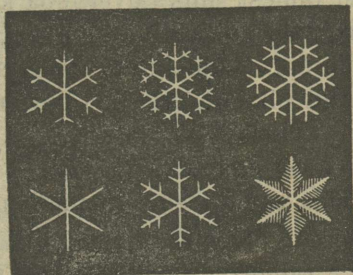
Madaldub õhu temperatuur alla 0°, siis võimaldub õhus olevaist aurudest lume tekkimine. Sademed langevad maa peale mitte enam vihma, vaid lume näol. Lumi on kristalliline moodustis (116. joonis).

Igas laiuuses sajab teataval kõrgusel merepinnast, kus õhu t° on alla 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 laiuusest ja sademete hulgast. Ekvaatori

lähedal, kus õhu t^o kõrgem, asub lumepiir kõrgemal. Nabade poole madaldub ta järjekindlalt. Alpides asub lumepiir 2800 m ja Kviitos — poolitaja all — 4800 m kõrgusel. Kuskiil maakeral aga ei lasku lumepiir meretasemeni (välja arvatud Antarktika).

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

Himaalaja mägedes tõuseb lõunanõlvadel lumepiir 4900 m, põhjanõlvadel aga 5300 m. Põhjuseks on, et lõunanõlvadel langeb enam sademeid kui põhjapoolseil, kus puhuvad kuivad tuuled.



116. joonis. Lumeräitsakad.

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

Lumeveermed.

Lumeveermed on määratud lumekogud, mis alla veerevad mägedelt. Meie liigitame neid talvisteks — kübeveermed ja kevadisteks — põhiveermed.

Kübeveermed tekivad sel põhjusel, et värske kerge lumi, mis langenud vanale tihenenud lumepinnale, ei suuda seal kalla-kuil nõlvadel püsida ja veereb alla kõige vähemal põhjusel. Mõnikord võib säärane lumeveer liikvele minna tuule järsust puhangust, püssipaugust või koguni rändaja hõikest. Alguses liigub ta pikkamööda, kuid kiirus suureneb alatasa. Teel suureneb ka ta kogus, võttes kaasa uusi lumehulki. Ta murrab puid, kisub kaasa kiva, lõhub elamuid ja toob hävitust kõigele, mis ees.

Langemist saadab tugev tuul, mis võib kujuneda hiiglamaruks, -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 tekiavad lumest, mis talvel juba kokku liitunud. Liikvele lähevad nad järgmisil põhjusil. Sula vesi, imbunud lumest läbi kaljuni, laiub selle all. Lumekihid eraldatakse niiviisi aluspinnast ja nad hakkavad pikkamööda alla libisema. Libisemisel võtavad nad samati kui kübelaviinid kaasa kiva, puid jne., kuid siin pole liikumine nii nobe 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. Kõrgmägestikus sadav lumi — kõrglumi on peenike, kuiv, tuhkjast lumi, mis koguneb mägede nõlvadele, orgudesse ja mitmesugustesse lohkudesse (hälludesse, sirkustesse, orbadesse jne.) (117. joonis). Siin tekib jääliustiku toiteala. Sellel alal muutub lumi suveaja vahelduva sulamise ja külmetamise ning ülemiste kihtide rõhu tagajärjel teraliseks — sõmerlumeks ehk firniks. Allpool on firniterad suuremad kui ülal; nende suurus ulatub kunni pähkli suuruseni.

Üksikute terade vahel leiame tumedama õhurikkama siduva aine, mille kulul kasvavad üksikud sõmerad. Ajajooksul kaob sulamise mõjul siduv aine, ühinedes teradega, ning sõmerlumi muutub firnjääks. See on hallikasvalge, väikeste sinakasroheliste täppidega. Õhumullikesi on siin vähem kui sõmerlumes. Terade jämenemine allapoole annab firnjääle kihilise ehituse. Seda kihi-

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 lehekeseid pehmemate valkjate lehtedega. Seda nähtust kutsume sinilehtsuseks.

Ala, kus asub kõrg- ja sömerlumi, on firniala. Sellest alla ulatub aga liustiku keel. Neid eraldab lume- ehk firnipiir. Liustiku keel lõpeb tihti kaugel all orus, kesklokkavaid viljavälju, rohelist metsi ja inimeste elamuid.

Liustiku liikumine. Liustik tuletab oma liikumises palju meelde jõe voolamist. Firninõgu on laialdane yeeväli, nagu järvgi, ainult tasasem ja väiksem on ta pind, siin puudub otsekohene lainetus. Liustiku keel, mis siit alguse saab, on sarnane jõega. Eraldub jõest vahest ainult vähema liikumisnobedusega. Samati nagu jões, on ka liustikus liikumine pidev ning iga liustikuosa libiseb aasta kestusel mõõdetava ulatuse allapoole.

Liikumise kiirus on üpris mitmekesine, ta ulatub 0,1 m — 20 m päevas. Suuremate Alpi ja Skandinaavia liustikkude liikumisnobedus ulatub keskmiselt 0,1—0,3 m päevas, Himaalaja hiiglagletscheritel 2—3,7 m ja Grööni sisemaa-jääl on ta aga erakorraliselt suur, s. o. kunni 20 m päevas. Jõevoolu nobedusega võrreldes on see muidugi tühine. Jõgi, mille laius ja sügavus sarnastuks Roone gletscheriga, voolaks 14 milj. korda nobedamini kui sama jääliustik. Lumeosake, mis Aletshi gletscheril (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 nobedusega, vaid voolunobedus väheneb ääre poolt keskele ja alt ülespoole. Voolenõva läheneb siingi õõnsale oru veerule.

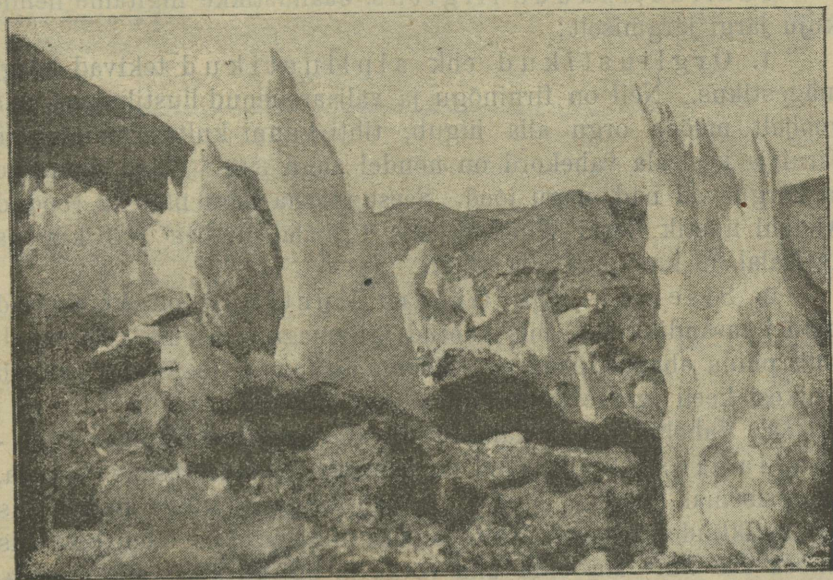
Liustiku liikumise põhjuseks on raskusetung. Kuid sealjuures ei liigu liustik ometi mitte mööda oru põhja libisedes alla, nagu see sünniks kehaga, mis asetatud kaldpinnale.

Liustiku liikumises etendavad osa jää sulamine (ablatatsioon), plastiline (tainjas) ehitus ja jää sulamise t^o muutumine rõhu mõjul. Ülemiste jääkihtide rõhumise tõttu madaldub

sulamise t^o ja üksikute gletsheriterade ning tervete lehekete pind muutub nagu libedaks; nad libisevad allapoole, kus rõhk väheneb jää sulamise mõjul pinnalt ja külmavad uuesti seal ühte.

Voolu tagajärjel tekivad jääliustikus kolme liiki praod.

Põikpraod kujunevad seal, kus liustik üle astmiku libiseb, sest pealmised jääosakesed teevad ju pikema tee; liustiku pind käriseb, andes pragusid, mis künivad risti üle liustiku. Lähed gletsher tasasele pinnale, siis sulguvad need praod.



118. joonis. Tagilumi Andides.

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 künib nende laius kunni 20 m ja sügavus 100 m, kuid kunagi ei ulatu nad jääliustiku põhjani. Praod võivad saada kardetavaks mägestiku

rändajale, sest kerge lumi võib neid petlikult selle silmade eest varjata ja peale astudes võib langeda sügavikku.

Iseloomuline moodustis esineb troopika lumeväljadel ja jääliustikkudel niim. tagilumena (118. joonis). Laialdased lumeväljad on siin kaetud 1,5—2,5 m kõrguste hambuliste ja teravatipuliste kujudega, mis eemale paistavad kui põlvitunud palvetajate hulk, valges rüüs. Sellepärast on teda kahjatsejalumeks kutsutud. Tagilund leiame Andides, Kilimandshaarol, Karakorumil jm.

Jääliustikkude liigitus. Jääliustikke liigitame nende kuju järgi järgmiselt:

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

2. Sisemaa- ehk Grööni liustikud on kujunenud laiad 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 Skandinaavia liustikud. Neil on samati 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 eesmaagletscherid Alaskas, millede 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 sellepärast, et jääga kaetud ala liiga piiratud on (v. tabel).

Jääliustikkude levimus.

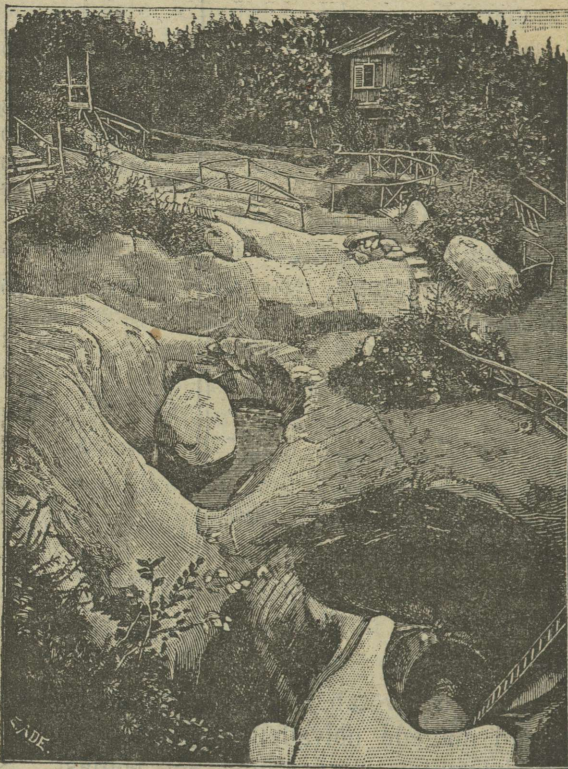
M a a - a l a d		km ²	iga 1000 km ² pinnale
Euroopa	Püreneid 40 km ²	9 000	0,9
	Alpid 3800 "		
	Skandinaavia 5000 "		
Aasia		12 000	0,3
Põhja-Ameerika		20 000	1,0
Lõuna-Ameerika		10 000	0,6
Uue-Meremaa		1 000	3,7
Aafrika		20	—
Paras- ja troopikavöö ligi		52 000	0,5
Arktis	Noovaja Semljaa 15 000 km ² 163 ⁰ / ₀₀	2 101 000	544
	Franz-Joosepi maa 17 000 " 860 "		
	Teravmägede saared 56 000 " 840 "		
	Island 13 400 " 130 "		
	Jan-Mayen 70 " 169 "		
	Gröönimaa 1 900 000 " 876 "		
Antarktis	Põhja-Ameerika saared 100 000 " 73 "	13 003 000	930
	Saared 3 000 " 231 ⁰ / ₀₀		
	Maismaa lõunanabal 13 000 000 " 930 "		
Külmvöö		15 104 000	802
Üldse		15 156 000	100

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

Mägede nõlvadelt alla varisenud rusu moodustab külje- ehk servamoreenid. Liitub kaks või enam jääliustikke, siis ühinevad vastavail äärtel asuvad küljemoreenid jääliustiku keskele keskmoreenidena. Nende arv võib olla abiks otsustamisel, kui palju jääliustikke kokku on liitunud.

Osa jääliustiku pinnale korjunud materjali sulab pikkamööda jõesse, andes seal sisemoreeni. Osalt võib see materjal vajuda kunni jääliustiku aluseni ja seal põhimoreeniks kuhjuda.

Põhimoreeni materjal koguneb osalt aga ka alusepinna kihtidest, kust jää lahti murrab kivirusu ja seda peeneks hõõrub; sellepärast leiame põhimoreenides ka lihvitud kiviklibusid. Põhimoreenide abil kratsib ja nühib jääliustik oma alust, kus kujunevad kitsamad lihvitud ja kriimustatud väljad. Säärastena esinevad



119. joonis. Hiiukirn aluspinnas, kuhu tema on oherdanud veerleva kivi abil liustikult alla kukkuv vesi.

Liustikujõed langevad jugadena tihti alla pragudest ja voolavad edasi liustiku põhjas, kunni ilmuvad päevavalgele liustiku lõpus olevas võlvialuses — liustiku väravas — ja harilikkude jõgedena edasi voolavad.

Pragudesse alla kukkuv vesi võib keerlema panna sinna alla langenud kivid, mis aluspinnasse hõõruvad ümmarguse kirnja augu—

jääajast meile silekaljud ja jääkriimud kodumaal ja mujal. Eriti palju silekaljusid leiame Soomes.

Moreenimaterjal rändab ühes jääga alla ning seal, kus lõpeb sulades jääliustik, moodustub kaasatoodud materjalist otsamoreen.

Moreenide moodustamises etendab tähtsat osa ka voolav vesi. Jääliustikkude pinnal tekivad sulamise tõttu veenirekesed, mis ühinedes annavad ojakesed. Need sorteerivad materjali, viies kaasa kergemat ja jättes maha raskemat.

hiukirnu (119. joonis). Sääraseid veerlevaid kiva kutsutakse liustikuveskiks.

Jääliustiku jõgede vee rohkus ja voolu tugevus oleneb aastaegadest, järjekult ka kaasavõetava materjali jämedus. See materjal settib jää all jõgede põhja kihtidena, moodustades jää taganemisel vallseljakuid. Eriti palju on neid kujunenud jääajal, nagu neid leiame Virumaal ja ka mujal (Kalevi-poja 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. Emajõeest (v. ka 93. lhk.).

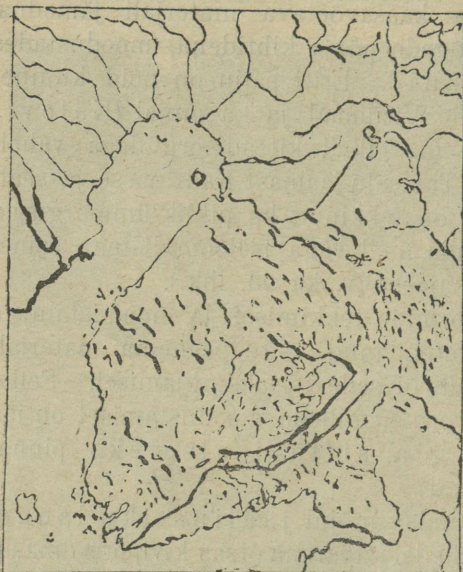
Üldse on jääaja pinnavormide tekkimisel ja moodustamisel voolav vesi väga suurt osa etendanud, olgu peenema materjali väljauhtmisel ja erodeerimisel või selle teisalekuhjamisel. Sellepärast nimetame neid pinnavorme, millede moodustamisel on jää ja vesi ühtlaselt töötanud, glatsifluviaalseteks pinnavormideks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

Jää pinnale tekivad sulamise mõjul jääliustiku lauad. 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. jääajal. 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 sisemaa-jää, mis ulatus kunni 50° p. l. ja üksikute keeltena veel kaugemalegi lõuna poole. Nii kattis see jää tervet P.-Euroopat. Jää paksus ulatus kunni 2000 m ja 60° p. l. all isegi 4000 m. Alpi jääliustikud olid tuntavalt 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 (interglatsiaalseteks aegadeks), mida arvatakse kolm olnud olevat. Suur sisemaa-jää kattis samal ajal ka P.-Ameerikat ja Aasiat.

Sisemaa-jää tegevuse saadustena esinevad kodumaal ja mujal mitmekesised moreenmoodistised, rändrahnud ja munakad, ürgorud, mis kujunenud jää taandumisel sulavee mõjul (Emajõe, Viljandi jne. orud), viirsavi, klibusavi jne. (120. joonis).



120. joonis. Jääaja jäljed Soomes. Kaks musta joont kaguosas kujutavad kahte kõrvuminevat marginaalset vallseljaku (oosi).

Alpi liustikkude tegevuse saadused samast ajast on ruhi- ja rippuvad orud. Esimesed on kujunenud jääliustiku külje-erosiooni mõjul sälkorgudest; rippuv org on lisa-jääliustikkude tegevusel tekkinud.

Ülesanded:

1. Märgi üles, mil tuli sügisel esimene lumi.
2. Millal sadas kevadel viimast kord lund?
3. Kui kaua kestis lumi talvel?
4. Kui sügav oli lumi talvel? Võrdle lume sügavust lagedal kohal, metsas, orus ja kõrgendikul.
5. Pane tähele kevadist lund; mis ehitusega on ta?
6. Kirjelda, milles avaldub sisemaa-jää tegevus kodumaal.
7. Kirjelda mõne vallseljaku või voore ehitust. Valmista neist läbilõiked.
8. Pane tähele, kas neis leidub kriimustatud klibusid.
9. Mõõda ja kirjelda kodu läheduses leiduvad suuremad rändrahnud.

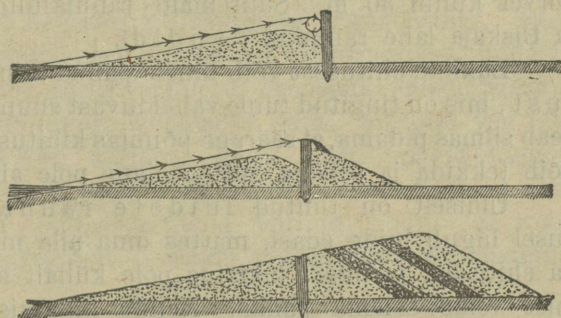
Tuule tegevus.

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, edasikandmine. Viimase juhtumise 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 murenemisaineid ka ärapuhumise eest. Tuule tegevusaladeks on kõige pealt kõrved, kuivad rohtlaaned, kõrgmäed ja mere lausrand, mida kergesti uhavad lained. Neil aladel on ka murenemine ülierk ja pakub ikka ja ikka uut materjali äratranspordeeritu asemele. Tuule järjeline paljastus (deflatsioon) soodustab seda veel enam.

Suurte õhu t^õ kõikumiste mõjul laguneb kõrvepind ja kattub väikeste kivi- ja liivaklibudega ja liivaga. Sahaaras on laialdased alad nende kivi- ja liivaklibudega kaetud (h a m m a a d a). Tuul veeretab neid klibusid mööda maapinda ja



121. joonis. Luidete edasiliikumine.

hõõrub liivaks ning tolmuks. Samati keerutab tuul üles tolmu ja liiva, mille pilved mõnikord oma paksusega päikest varjavad (s a m u m, k h a m s i n, h a r m a t t a n).

Tuule tegevuse tagajärjel tekivad kõrbedes kõrve- ehk mannerluited. Luidete ehitusmaterjaliks on jämedam liiv, mida tuul mööda maapinda veeretades kuhjab, ja peenem aine — tolm, mis hõljuvas olekus edasi kantakse. Tasasele maapinnale asetub materjal kõik ühetasaselt, kuid niipea kui esineb tuule ees mingi takistus, olgu pöösas, kivi või maapinna ebatasasus jne., väheneb tuule jõud ja osa materjalist kuhjub takistuse ette luitena, mille lauveer pööratud tuule vastu ja järsk tagaveer alla tuult. Kasvab luidede takistusest kõrgemale, siis liigub ta tuule tõukel edasi, sest lauveerult veeretab tuul liivateri ikka

kõrgemale, kunni nad langevad järsu tagaveeru varju (121. joonis). Nii tekivad kõrbedes luided, mis vormiliselt sirpseljakud, nagu näiteks barhaanid Kaspia alamikus. Tihti liituvad nad ühiseks luiteahelikuks, mille pikkus (Sahaaras) ulatub 70—80 km ja kõrgus 200 m.

Rannikluited tekivad sest liivast, mida veer- ja murdlained, 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 luite tekkimise algust. Luided kujunevad häriulikult rööbiti rannale, nagu Tahkurannas, Keilas, Narva Jõesuus jne. Tahkuranna luite kõrgus ulatub kunni 130 m., „Kaunispea mäed“ Sõrves kunni 30 m. Suuremaid rannikluiteid leiame Pommeris ja Biskaja lahe rannikul (landid).

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

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

Tuule mõjul on tekkinud ka laialdased lössi-alad Hiinamaal, Lõuna-Venemaal ja mujal. Lõssi moodustamiseks on Euroopas materjali pakkunud jääajal mahajäänud peen tolm, mida tuul kuhjas.

Ülesanded. 1. Loe üles suuremad kõrved.

2. Pane tähele tuule tugevust lagedal väljal, metsas, mererannal.

3. Märgi igapäev üles tuule siht.

4. Selgita, kus puhub samum, hamsin j. t. erilised kõrvetuuled.

5. Vaatle tuule sihti mererannal mitmesugusel ajal päeval.

6. Pane tähele luidete tekkimist, kuju ja rändamist.

7. Vaatle, kuidas tekivad talvel lumehanged.

Pinnavormide arenemine.

Maapinna reljeef avaldab üpris suurt mitmekesisust vormides. Need pinnavormid, mida meie otsekohe näeme, pole mitte algelised — algvormid. Nad on läbi teinud pika arenemiskäigu, kus välisjõud neid mitmel kujul on täiendanud, teisendanud ja ümber töötanud.

Algvormid tekkisid maapinna vabanemisel mere alt. See maapind esines siis vähe ebatasase reljeefiga. Üksikud kohad olid siin kõrgemale kerkinud teistest; need olid algkõrgmikud, mille vahel asetsesid algnõod ja -orud. Samati leiame seal algmadalikke ja -rannikuid. Algmaapinnal voolasid algjõed, alglohkudes asetsesid algjärved jne.

Need algvormid heitusid välisjõudude tegevusringi. Murenemise ja erosiooni tegevusel kujunevad algvormidest, mille iga on ainult silmapilkne, järgvormid (konsenkventsed vormid). Algjõgi, mis suundus algoru voolenõva sihis, muutub vee tegevusel pea järgjõeks; algjärv, kuhu vesi setteid kannud, muutub järgjärveks jne. Viimastest arenevad aja jooksul taasjärgvormid (subsekventsed vormid); siin ei voola, näiteks, jõed — taasjärgjõed — enam mitte kihtide langusuunas, vaid sellele risti.

Algvormidest kujunenud pinnavormid on noored. Nad pakuvad suurt tegevusvõimalust välisjõududele. Siin on veel sügavais sälkorgudes nobedasti voolavad järgjõed. Nad veeretavad oma kiirel voolul jämedat liiva ja sõmerat järgjärvede poole. Noored on, näiteks, pinnavormid Alpides, kus kõrguste vahed veel hästi tuntavad, kus jõed voolavad sälkorgudes ja kus järved täituvad rusuga.

On ümbermoodustus ja teisenemine rohkem arenenud, maapind osalt tasandatud, siis saame valminud pinnavormid. Sälkorgude asemel näeme laiu lammorge, kus aeglaselt voolav jõgi loogeldes oma vooge saadab mere poole. Järved on siin juba osalt ummistunud, kõrgendikkude nõlvad muutunud laumaks ja vahelduamaks.

Jõuab välisjõudude tasandav tegevus veel kaugemale, siis saame lõpuks vanad vormid. Mägede reljeef on siin peaaegu kadunud, orud, kus jõed ainult peenemat rusu suudavad kaasa

viia, on laienenud ning jõed silmusklevad neis tugevasti. Terve ala muutub peaaegu tasaseks, nõrgalt lainjaks. Säärast maapinda nimetame pigatasandikuks ehk peneplaaniks. Üli-vanades vormides katkeb täiesti vee erodeeriv mõju, sest jõed on jõudnud oma sāngi süvendada erosioonibaasini. Mõisteid noor, valminud, ülivalminud, vana ja ülivana ei tule võtta mitte ajamõõtudena; aeg pole siin üksi mõõduandev, vaid pigemini suur hulk mitmesuguseid teisi tegureid. Need mõisted tähendavad ainult pinnavormide arenemisastet ja nende järjekorda.

Maakera sisejõud võivad üles kergitada mõned osad üli-vanast peneplaanist, ning välisjõud algavad oma tegevust endises järjekorras. Nii tekib pinnaarenemise kordumine, mida nimetame erosiooniringiks ehk sükkiks. Selle järele, missugused jõud erosiooniringis peasa etendavad, eraldame neli ringi kuju. On iseāranis tegev voolav vesi, siis kõneleme niiskest (humid-sest) erosiooniringist. Tegutseb maapinna tasandamises valdavamalt meri, siis nimetame seda mereliseks (mariinseks) erosiooniringiks. Jää tegevusel loodud vormid kuuluvad jää (glatsiaalsesse) erosiooniringi ning kuivakliimalistel aladel tuule mõjul tekkinud pinnavormid on pärit kuivast (ariidsest) erosiooniringist.

Erosiooniring ei pruugi sugugi jõuda alati oma viimase staadiumini — peneplaanini. Uued pinna kerked ja langed, samuti ka kliima kõikumised võivad teda katkestada ja uuesti lasta alustada. See oleks erosiooniringi katke, mille tagajärjel, näiteks, valminud jne. maastik uuesti võib muutuda nooreks ja lasta toimuda erosiooniringi.

Õhkkond.

Õhkkonna kuju ja piirid. Õhkkond on maakera katte välisosa. Ta ümbritseb maakera täiesti, omandades sama pöördsferoidi kuju kui maakeragi ning võttes ka selle pöörlemisest osa ühtlaselt kindla koorega. Õhksferoidi lamendus on ainult suurem kui maakeral (miks?).

Üldiselt on õhkkonna alumiseks piiriks maismaa ja vee-
kogude 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 vahetumad õhkkonna kõrguse mõõtmised
küünivad umbes 10 000 m:ni *). Kõrgemate õhukihtide tundma-
õppimiseks on tarvitatud vesinikuga täidetud pallid, millele
kinnitatud isemärkivad riistad — baromeeter, hügromeeter jne.
Nende pallide abil on suudetud uurida õhku kunni 30000 m:ni **).
Veel kõrgematest õhukihtidest saavutame teateid ainult valguse
kaudu. Ehavalgus tõuseb 70—80 km, langevad tähed süttivad
umbes 200 km kõrgusel ning virmaliste vehklemine küünib
500 km, millist arvu loetakse ka õhkkonna tegelikuks piiriks.
Ilmastiku — meteoroloogilised — nähtused toimuvad peaaesja-
likult 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 mehhaani-
line segu. Maakeral läheduses on selle segu koosseis üldiselt
püsiv. Kuiv õhk sisaldab eneses mahuliselt 78% lämmastikku,
21% hapnikku, 0,03% süsihaput gaasi ja peale selle vesinikku,
otsooni, argooni (0,9%) j. t. gaase. Veeaurude hulk õhus on
muutuv, olenedes mitmesugustest kohalikkudest oludest. Troopika
all tõuseb ta hulk harilikult 3%, kuna ta keskmistes laiustes
vast ainult kunni 1% jõuab. Samati kõikuv kitsastes piirides on
ka süsihapu gaasi hulk õhus. Ööseti on seda õhus enam kui
päeval, linnades rohkem kui maal ning mägedel ja merede kohal
vähem kui orgudes ja maismaal. Suurel hulgal saadavad süsi-
haput gaasi õhku tulemäed, kuna ühinemine mitmesuguste mine-
raalidega ja lahundumine merevees seda vähendavad.

*) Kõrgem inimeste elamu on Tiibetis 4980 m kõrgusel. Ohulaeval
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.

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

Ülalpool läheb õhk hõredamaks ja umbes 13 000 m kõrgusel oleks hapniku vähesuse tõttu elu võimatu. Ülemised õhkkonna kihid seisavad koos kergetest 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 j. m.). Koondudes moodustab tolmu niinim. põua-udud ehk sonnud.

Tolmu mõjul tekivad ka niinim. „verivihmad“ lähistroopika mail ja „nõgivihmad“ suurtööstuslikes linnades (Londonis, Hamburgis j. t.). Ka tulemägede pursked suurendavad tolmu hulka õhus, samuti saadavad põlevad rabad ja sood ning linnad ja teised asulad suitsu ja nõge õhku.

Õhu värv. Õhukestes kihtides on õhk valguse kiirtele täiesti läbitungitav ja sellepärast ka värvita. Paksemad kihid pole seda enam mitte. Maakera ümbritsev õhk on vahelduva tihedusega kihtides, mida valguse kiired mitmesuguse nurgi murravad ja ebaühtlaselt absorbeeruvad. Puhta õhu osakesed paiskavad laiaili peaasjalikult lühemaid kiiri (siniseid ja lillasid), kuna pikemad kiired (punased ja kollased) neelduvad. Sellest tuleb ka taeva sinakas värv. On õhus palju veeauru, siis muutub taevas ka hallikamaks (meie taevas!); tolmu annab päeval taevale kollakama värvivarjundi, õhtul ja hommikul aga roosaka.

Ülesanded: 1. Selgita, millistes õhukihtides on süsihaput gaasi enam ja miks.

2. Selgita, miks tekib mägedes mäehaigus ja milles ta avaldub.

3. Vaatle taeva värvingut mõne päeva jooksul, hommikuti, keskpäeviti ja õhtuti.

Ohusoojus.

Ohusoojuse allikad. Ohusoojuse allikatena esinevad eestkätt päike ja maakera oma sisesoojusega. Tähtedelt ja planeetidelt saadav soojuse hulk on liiga pisuke, et seda arvesse

võtta. Ka maakeralt otsekohe saadav soojuse hulk pole maakoore halva soojusejuhtivuse tõttu tähelepanдав võrreldes päikese soojusega. Nii võime, kõneldes õhusoojuse allikaist, silmas pidada aina päikeselt ammutatavat soojuse hulka. See ilmub ka peamise energia-allikana ja elu alalhoidjana maakeral.

Päikeselt saab õhk soojust kiirgamise (insolatsiooni) teel. Saadav soojuse hulk ulatub õhkkonna piiril umbes 2,5 grammkalorini ühele ruutsentimeetrile ning teda jätkuks küll selleks, et sulatada maakera pinnal kunni 50 m paksust jääkoorikut.

Õhusoenemise tegurid.

Õhk. Kõik päikeselt maakerale tulev soojus ei jõua otse maakera pinnani, vaid neeldub osalt õhus. Kõige pealt neelduvad tumedad soojuskiired ja seda enam, mida lüngemalt nad rõhtpinnale langevad. Neeldumise tagajärjena säilib õhus umbes pool päikeselt maakerale kiirgavast 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%	

Pilvitus. Kui õhk neelab vähem soojuskiiri kui niiske. Selle tõttu on õhusoojuse peale just pilvitusel suur mõju. Selgeil päevil on maakera pinnal temperatuur palju kõrgem kui sumedail ja pilviseil ilmadel. Pilvedesse neeldub tumedaid soojuskiiri rohkesti ja nad muutuvad enestest kõrgemal olevatele õhkkonna kihtidele soojuse allikateks, peegeldades saadud soojust tagasi. Alumistele õhkkonna kihtidele on nad aga soojuse varjajateks, takistades selle edasiannet ja pääsu ilmaruumi. Sel põhjusel ei märka me ka õhu temperatuuris suuri kõikumisi pilvistel ilmadel.

Valgustusaja vältus. Sama tähtis on soojuse hulga valgustusaja vältus. Poolitaja lähised maa-alad saavad sel põhjusel ka palju enam soojust kui nabamaad, kus pea pool aastat kestab öö. Meie laiuses jõuab soojuse hulk maksimumi juulis ning miinimumi detsembris (v. järgnev tabel).

Soojuse hulk mitmesuguste laiuste all.

Soojuse hulk ekvaatoril 20. III on võetud üksuseks.

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

Valgustusaja vältusest olenedes jaguneb maakera pind niinim. valgustusvöödeks. Troopika ehk palavvöö asub mõlemate pöörijoonte vahel, võttes oma alla 47 laiuskraadi. Siin seisab igas laiuses päike aastas kaks korda seenitis, mille tagajärjena ka kiirte langemise nurk võrdlemisi pisike ja valgustusaeg pikk. Vahed aastaegade vahel kustuvad siin peaaegu täiesti.

Põhja ja lõuna pool pöörijooni, kunni nabajoonteni ulatuvad põhja- ja lõuna-parasvöö. Kummagi parasvöö ulatus on 43 laiuskraadi. Päike ei tõuse siin kunagi seeniti, välja arvatud pöörijooned, mis piiriks. Mida enam nabade poole, seda suuremaks kasvab kiirte langemise nurk ja väheneb valgustusaeg. Soojuse hulk on siin juba tuntavalt kahanenud ning tekivad aastaajad teravate vahedega. Nabavöö s vältab pikem päev ja öö vähemalt 24 tundi ja kõige enam poole aastat (kus?). Valgustusaja vältus on sellega tugevasti lühenenud ja soojuse hulk vähenenud.

Maapind. Nii läheb osa päikeselt saadavast soojusest otsekohe õhu soendamiseks, kuna teine osa maakera pinnani jõuab ning seda soendab. Soojus, mis neeldus õhus, laiub õhu liikuvuse tõttu üle terve õhkkonna. Maapinnani jõudnud soojus mõjub aga ainult teatava kitsa ala peale, soendades seal võrdlemisi pealmist õhukest kihti. Juba mõne meetri sügavusel maakoos ei märka meie päikese soojuse mõju enam, vaid seal avaldub juba maakera sisesoojus. Pinnakiht omab päikese soojuse koonduse tõttu võrdlemisi palju kõrgema t^o kui õhk ning ta kiirgab soojust õhku tagasi. Neist kiirtest soenevad õhu alumised kihid, mis saadud soojuse järgnevaile õhukihtidele edasi annavad.

See edasiandmine toimub aga üpris aeglaselt, ning õhkkate muutub sellega maakerale soojuste varjuks.

Vee ja mandrite vahekord. Veel on palju suurem soojuste mahutus 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 merede ja mandrite jaotus avaldab kohaliku kliima peale. Suvel tarvitab veekogu auru tekkimisel hulga soojust, jahendades sellega ka läheda mandri t^o, talvel vastupidi — vabastab peidetud soojuste, kõrgendades maismaa t^o. Mõnede arvamiste järgi annab, näiteks, Läänemeri 20—30 korda enam soojust sügisel ja talvel õhku kui maismaa.

Kõrgus merepinnast. Kõrgemale tõustes merepinnast madaldub õhu t^o. Selle põhjuseks on kahesugused asjaolud. Esiteks muutub õhk kõrgemal hõredamaks, mille tagajärjel väheneb absorptsioon, ja suureneb soojuste tagasikiirgumine, teiseks, väheneb seal maakeralt, sellelt kaudselt soojuste allikalt, saadav soojuste hulk. Temperatuuri madaldumine kõrgenemisel on erisugune vabas õhus ja mägedel, mis kindla pinnana õhku soojust peegeldavad. Vaatlused näitavad, et mägedes õhu t^o alaneb iga 100 m kõrgenemisega umbes 0,5^o C. See t^o alane mine on ühesugune kõigis laiustes, erineb pisut ainult aasta-aegade järgi (suvel kunni 0,7^o ja talvel kunni 0,4^o).

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

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

Vabas õhkkonnas on t^o madaldumise põhjuseks kaugus maapinnast, kui kaudselt soojuste allikast, ja õhu hõrenemine.

K o h t	Kõrgus üle mere- pinna	Temperatuur:		Vahe
		Varjus	Päikese käes	
Whitby (l. uitbi, linn Põhja-Ingliismaal).	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 (Peloponneesis)	2980 „	6	59,5	53,5

Hõredamas õhus väheneb soojuskiirte absorptsioon ja suureneb tagasikiirgumine. Normaalselt peab vabas kuivas õhkkonnas t⁰ madalduma 1⁰ võrra iga 100 meetri kohta. Ent mitmesugused kõrvälised asjaolud, nagu ülestõusvad õhuvoolud ja veeaur õhus, mis vihmaks tihenedes vabastab peidetud soojuse, tekitavad siin kõrvalekaldumisi. Eriti paistavad säärased kõrvalekaldumised silma troposfääri alumises osas (kunni 4000 m), kus t⁰ madaldumine harilikult vähem on; ülemises osas läheneb see aga normaalsele väärtusele. Vaba õhkkonna alumises osas võib tähele panna ka temperatuuri ümberpöördu (inversiooni).

Ülesanded: 1. Missugune pind soeneb päikese paistel kiiremini: valguskiirtele kaldu või ristloodis pind?

2. Miks auravad talvel kaevud? Miks tõuseb suvel ööseti jõgedelt auru?

3. Mis mõju on niiskusel õhu soenemise peale?

4. Kuidas mõjub tolm õhu soojuse peale?

5. Kuidas mõjub tuul õhu soojuse peale?

6. Selgita mägede ahelikkuude mõju õhu soojuse peale.

7. Selgita merehoovuste mõju õhu soojuse peale?

8. Arva, missugune t⁰ on 1000, 2000, 3000 jne. meetri kõrgusel vabas õhkkonnas kodumaal.

9. Kui kõrge t⁰ on Jungfraul 4000 m kõrgusel, kui all orus oleks 15⁰C?

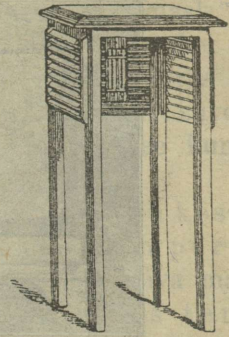
10. Missugune t⁰ oleks S. Munamäel, kui all jalal valitseb — 8⁰C.

11. Vaatle, kuidas on soojus ja valgus päikesepaiste vältusest.

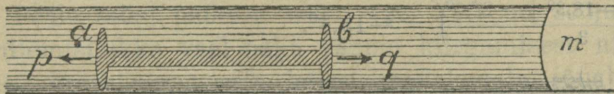
12. Kuidas mõjub kevadine lume sulamine õhu t⁰ peale?

Õhu temperatuuri mõõtmine.

Õhu t° mõõtmiseks kasutatakse 100° Celsiuse termomeetrit. Mõõtmiseks mahutatakse termomeetrid eriti selleks valmistatud puust onnikesse, kus nad varjatud vihma, tuuletõmbe ja päikese otsekoheste kiirte eest (122. joonis). Need onnikesed on teatavas kõrguses (umb. 2 m) maapinnast, et vähendada selle soendavat mõju. Peale harilikude termomeetrite leiavad seal onnikeses ruumi ka maksimum- ja minimaaltermomeetrid (123. joonis). Need märgivad ööpäevase kõrgema ja madalama t° . Termomeetrite kõrval tarvitatakse suuremates ilmajaamades ka isemärkivaid termomeetreid — termograafe (124. joonis). Termograafi tähtsamaks osaks on õhukesest valgevaseplekist valmistatud kõver toruke, mis täidetud värvitud piiritusega. Soenemisel paisub piiritus tugevamini kui plekk ja sunnib toru sirgenema; õhu jahenemisel märkame vastupidist nähtust: piiritus kahaneb kiiremini ja toruke paindub kõveramaks. See torukese sirgenemine ja paindumine andub isesuguste kangide abil edasi



122. joonis. Onnike, kuhu mahutatakse õhu soojuse mõõtmiseks termomeetrid.

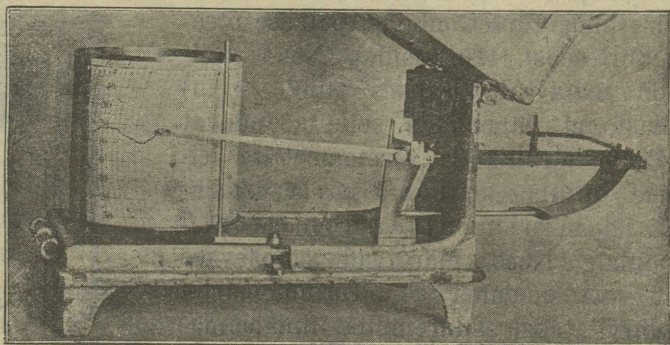


123. joonis. Minimaaltermomeetri osa. Piiritusega täidetud torusse on mahutatud osutaja ab. Temperatuuri madaldumisel tõmbab piiritus osutaja p poole. Soenemisel voolab aga piiritus osutajast mööda, ilma teda liigutamata.

tindiga täidetud sulele, mis puutub liikuvale trummile asetatud millimeetrilist paberit vastu. Õhu t° kõikumisel liigub sulg üles-alla ja jätab paberile kõvera — termogrammi (125. joonis). Paberile on märgitud nädala päevad ja tunnid rõhtjoont ja kraadid loodisjoont mööda; nii võime kõvera abil

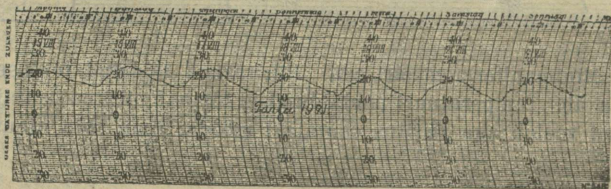
näha, kuidas muutub vahet pidamata õhu t^0 nädala jooksul päevast päeva ja tunnist tundi.

Õhu t^0 vaatlusi tehakse ühtluse otstarbel iga päev teataval kindlal ajal. Tartu meteoroloogiajaam teeb vaatlusi kolm korda



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

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^0 arvatakse välja öö-päeva kesktemperatuur, ja järgmiselt $\frac{t^0_1 + t^0_2 + t^0_3}{3} = t^0$. Olgu, näiteks, Tallinnas 29. I 1920 hommikul —17,8^o, lõunal —18,3^o ja õhtul —22,0^o, siis on öö-päeva kesktemperatuur $\left(\frac{-17,8^0 + -18,3^0 + -22,0^0}{3}\right) = -19,4^0$.



125. joonis. Tartu meteoroloogiajaama termogramm 15. VII — 22. VII 1921. a.

Öö-päeva vältusel vaheldub t^0 vahet pidamata. Igatunnilised t^0 mõõtmised näitavad, et temperatuuri miinima saabub vähe enne päikese tõusu, kus maapind on jõudnud täiesti ära anda

saadud soojuse. Päikese tõusuga algab soojuse juurdevool ning õhu t° jõuab maksimani umbes kella 1—2-e ajal peale lõunat, kus maapind soojust kõige intensiivsemalt tagasi heidab. Peale seda algab uuesti t° madaldumine, mis kestab kunni miin. enne päikese tõusu.

Kõrgema ja madalama t° märgivad üles maksimaal- ja minimaaltermomeetrid. 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 kunni 20° ja 25°) jne.

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

Nagu öö-päevases t° märkasime kõrgema ja madalama, nii märkame seda ka aastas, üksikute kuude kesktemperatuure kõrva seades ja vaadeldes. Põhjapoolikul on harilikult maksimum juulis ja miinimum jaanuaris, lõunapoolikul vastupidi. Aastaste maksimume ja miinimume hiljenemine võrdlemisi insolatsiooni maksimume ja miinimumega, mis juunis ja detsembris, seletub, nagu öö-päevastegi t° juures, sellega, et peaaegu veel terve kuu kestusel peale suvist päikese seisu (21. VI) on soojuse juurdevool suurem maapinna kiirgamisest, miks t° siis ka ikka veel tõuseb. Peale talist päikese seisu (22. XII) on soojuse juurdevool võrdlemisi ikka veel palju vähem kiirgamisest ning õhu t° madaldub, kunni jaanuaris kõige madalamale jõuab. Kuude palavama ja külmema t° vahe annab meile t° aastase amplituudi, mille tundmine on ülitarvilik, et otsustada teatava maaala kliima üle. Temperatuuri aastane amplituud kasvab kaugene misega ekvaatorist, samati suureneb ta meredest eemaldumisega.

Ülesanded: 1. Vaatle mõned päevad õhu t° iga tund ja arvuta päeva keskmine t° . Tähenda ruudulisele paberile loodis küljele t° kraadid üle kahe ruudu ja rõhtküljele tunnid samati üle kahe ruudu. Märgi vastavatele kraadidele ja tundidele täpikesega vaadeldav t° iga tund, ühenda neid joonega; siis saad t° kõvera.

2. Vaatle t⁰ kolm korda päevas ja märgi kõvera abil t⁰ kõik paberile. Arvuta päeva keskmine t⁰.

3. Mõõda ühel ajal t⁰ a) päikese paistel, b) varjus, c) keldris. Tee neid mõõtmisi mõned päevad järgemööda ja märgi kõvera abil paberile.

4. Selgita, mida näitavad need kõverad.

5. Vaatle öö-päeva jooksul maks. ja min. kraadiklaasiga samus paigus t⁰. Kui suur on amplituud? Selgita selle põhjused.

6. Mõõda kuu vältusel iga päev kolm korda t⁰ ja joonista kuu t⁰ kõver. Arvuta kuu keskmine t⁰.

7. Joonista õhu t⁰ kõverad antud kahe päeva jaoks teineteise alla.

Kuupäev	kell	kell	kell	kell	kell	kell	kell	kell	kell	maks.	min.	ampl.
	1	4	7	10	13	16	19	21	22			
31. jaan. 1920	-15,5	-14,3	-13,6	-13,4	-12,7	-13,3	-13,3	-14,0	-14,0	-12,2	-16,4	2,2
31. juulil 1920	16,0	17,4	18,9	24,1	26,9	26,1	20,7	19,2	18,5	28,3	15,8	12,5

8. Arvuta eelmiste andmete järele kesktemperatuurid.

9. Joonista Tartu 1920. a. andmeil kesktemperatuuri kõver.

Kuud	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Kesktemp.	-8,12	-2,45	1,60	8,48	13,18	13,92	19,27	16,67	11,96	3,33	0,97	-4,86
Maksim.	2,2	4,1	13,3	23,3	29,5	25,6	33,4	28,5	22,8	13,6	9,6	2,0
Miinim.	-27,5	-14,6	-6,9	-1,0	0,9	3,5	9,4	7,3	1,8	-9,7	-7,9	-18,7

10. Arvuta eelmistest andmetest aasta kesktemperatuur ja aasta amplituud.

11. Joonista Tartu t⁰ kõverale võrdluseks veel järgmised kõverad:

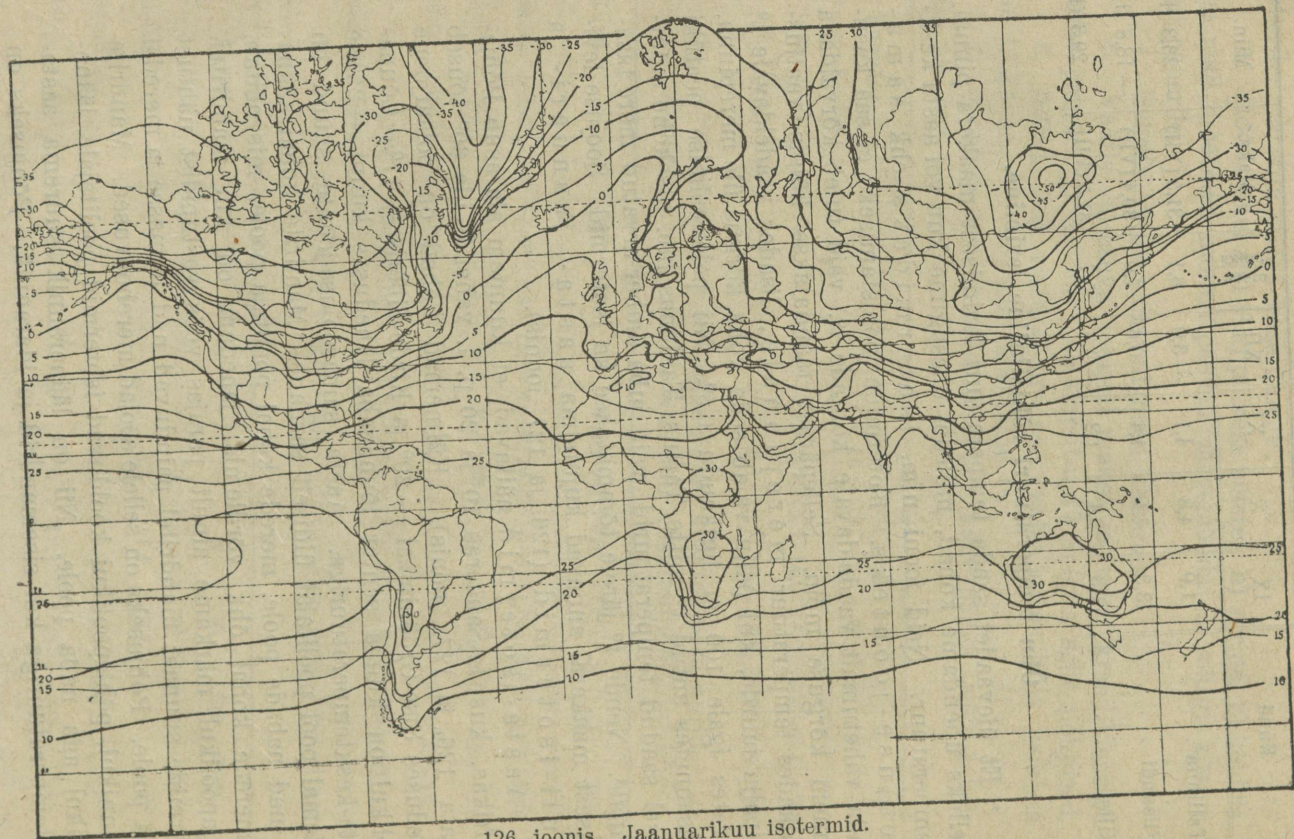
Kuud	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Tallinna	-7,0	-1,9	1,5	6,2	11,4	13,6	18,2	15,3
Filsandi	-3,6	0,3	2,1	5,4	9,8	12,5	18,2	15,8
Kiltsi	-9,0	-2,7	0,5	7,3	12,4	13,8	19,0	15,9

Kuud	IX	X	XI	XII	aasta kesk ^o	Maks.	Miin.
Tallinna	11,9	4,8	4,1	— 3,0	6,1	31,5 (VII)	— 23,3 (I)
Filsandi	13,3	7,4	4,4	— 0,6	7,0	30,4 (VII)	— 18,8 (I)
Kiltsi	11,3	3,4	1,2	— 4,8	5,7	31,5 (VII)	— 29,3 (I)

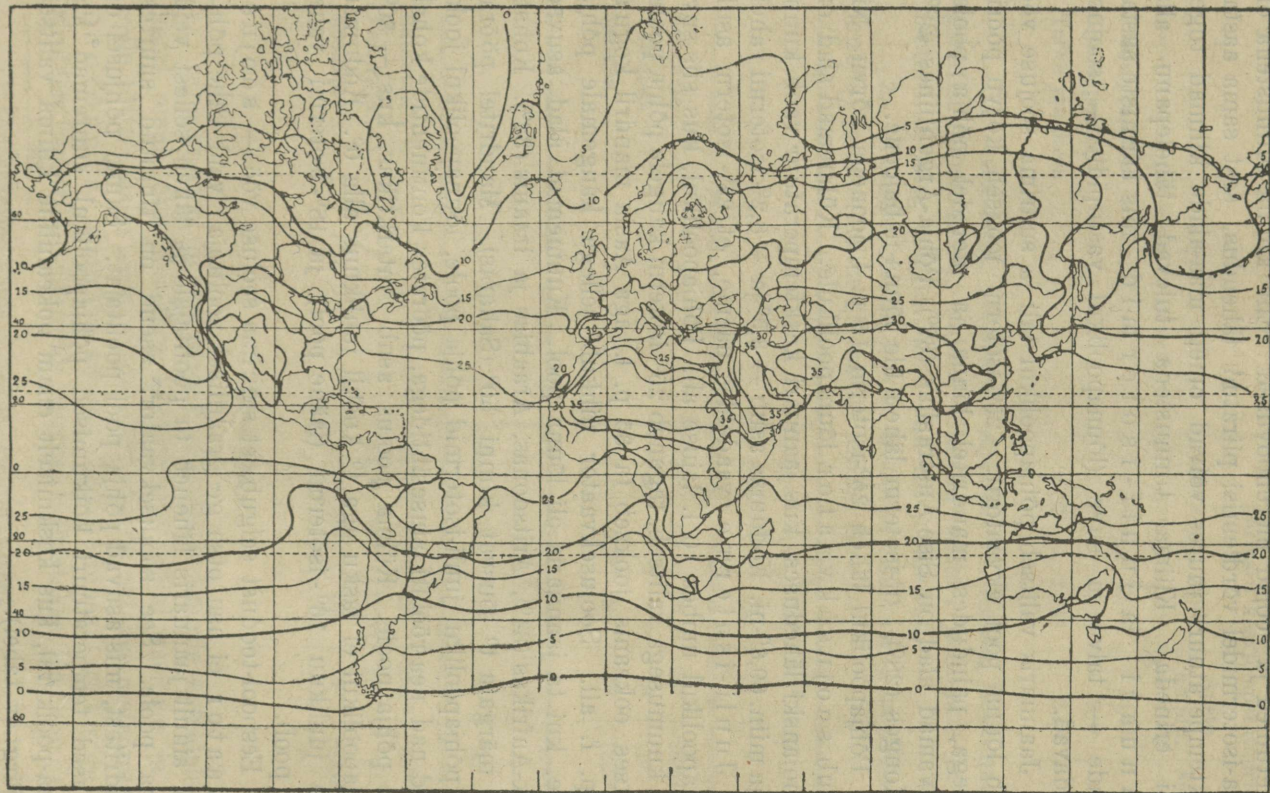
Õhu temperatuuri rõhtsihiline levimine.

Et ülevaadet saada temperatuuri levimisest maakera pinnal, selleks ühendame kohad, millel ühesugune kuu või aasta kesktemperatuur. Neid jooni nim. isotermideks ehk samasoojuse-joonteks. Isotermide joonistamiseks ei saa kasutada vahetumalt vaadeldavate kohtade t° , vaid tuleb kõrvaldada ennem kõrguse mõju. Sellepärast taandatakse kõigis vaatluspaikades temperatuur merepinnale, lisades vaadeldavale t° niipalju juurde, kui palju vajab seda koha kõrgus üle merepinna, arvates igale 100 m ligikaudu $0,5^{\circ}$. Nii pole eelmise peatüki ülesannetes antud t° mitte Tartus, Tallinnas jne. otsekohe mõõtmisel saadud temperatuurid, vaid juba ümber arvatud mere tasapinnale. Nende t° järele tõmmatakse ka isotermid. Soojuse levimusest maakeral annavad kujutelma aasta-, jaanuari- ja juuli-isotermid (126. ja 127. joonis).

Aasta-isotermid näitavad, et kuumem ala asub Põhja-Aafrikas, kus L.-Sahaaras 10 ja 20 p. l. vahel t° üle 30° tõuseb (vaata 126. ja 127. joonis). Külmemad kohad on polaarjoone läheduses Sise-Gröönimaal — 20° ja Kirde-Siberis — 17° . Lõunapoolikul on külma senter lõunanaba läheduses kunni — 25° -se aasta-kesktemperatuuriga. Aasta samasoojuse-joonte suund on mõlemal pool poolitajat üldiselt sarnane. Mandrite kohal käänavad nad nabade poole, merede kohal poolitaja poole, mis näitab, et merede kohal õhk võrdlemisi jahedam on kui mandritel. Põhjapoolikul märkame ainult parajas vöös vastupidist nähtust isotermide suunas: mandritel painduvad nad lõunasse ja meredel põhja poole. Põhjuseks on sellele soojad merehoovused. Mandrite idarannikul, põhjapoolikul koolduvad isotermid poolitajale, läänerrannikul aga naba poole. Nii on läänerrannik suurema aasta-kesktemperatuuriga kui sisemandrid ja idarannik. Põhjuseks on



126. joonis. Jaanarikuu isothermid.



127. joonis. Juulikuu isothermid.

läänetuuled ja soojad merehoovused. Ent kliima tunnustena on aasta-isotermidel võrdlemisi piiratud tähendus, sest sama aasta-kesktemperatuuri juures võivad ometi maa-alade kliimad tugevasti erineda. Kliima tunnustena tulevad tähelepanu alla jaanuari- ja juuli-isotermid, mis äärmiste aasta-aegade — talve ja suve (lõunapoolikul vastupidi) — soojust avaldavad.

Jaanuaris valitseb põhjapoolikul tali ja suurima soojuse vöö läheb lõuna pool ekvaatorit. 25°-isoterm jookseb kõrvu pöörjoonega, 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 kunni 50° ja miin. 69,8°-ni. Kodumaa asub — 3,5° ja — 8,2°-isotermi vahel.

Juuli-isotermi vaadeldes näeme, et 25°-isoterm asub lõunapoolikul umbes 10 l. laiuse all. Põhjapoolikul, kus siis suvi oma kuumusega valitseb, taganeb 25°-isoterm kaugele põhja poole. Vaikses ookeanis jookseb ta 35 p. l. aga Aasia mandril koguni 50 p. l. 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 kunni 50° (Sahas). Mandritel pööravad põhjapoolikul juuli-isotermid põhja poole, lõunapoolikul jooksevad nad pea rööbiti laiusesihetidega, pöörates kontinentide kohal vähe põhja poole. Külma poolus asub Antarktikas, kus — 30°. Põhjapoolikul ei lasku aga t° kuskil juulikuus alla 0°. Kodumaa asub juulikuus 16°-isotermi (lääne pool) ja 18°-isotermi vahel (ida pool).

Eespool-toodust selgub, et suurima soojuse vöö — soojusekvaator ei asu otse geograafilisel poolitajal, vaid vähe põhja pool, ainult jaanuaris läheneb ta poolitajale ja läheb sellest veidi lõuna poole. See soojusekvaatori asend on tingitud suurtest mandritest, mis asuvad põhja pool poolitajat. Samal põhjusel on aastased temperatuuri kõikumised põhjapoolikul suuremad kui lõuna-poolkeral, kus keskmiselt enam ookeaniline kliima valitseb (v. järgnev tabel).

	Aastased kesktõõperatuurid.			
	Jaän.	Juuli	Aasta amplit.	Aasta kesktemp.
Põhja-poolkera	8,0 ⁰	22,5 ⁰	14,5 ⁰	15,2 ⁰
Lõuna-poolkera	17,3 ⁰	10,3 ⁰	7,0 ⁰	13,4 ⁰
Terve maakera	12,6 ⁰	16,4 ⁰	3,8 ⁰	14,3 ⁰

Ülesanded: 1. Vaatle kaardilt (J. Kents, Eestimaa geograafia õpperaamat), kuidas lähevad aasta-, jaanuari- ja juuli isotermid, ning selgita, miks nad nii jooksevad,

2. Joonista aasta kõõver troopika (Bataavia), merelise (Valentsia) ja mandrilise (Moskva) kliima tarvis.

	K u u d :					
	I	II	III	IV	V	VI
Bataavia	25 ⁰	25 ⁰	25,5 ⁰	26 ⁰	26,5 ⁰	26 ⁰
Valentsia	7 ⁰	7 ⁰	7,5 ⁰	9 ⁰	11 ⁰	13,5 ⁰
Moskva.	-11 ⁰	-9,5 ⁰	-5 ⁰	3 ⁰	12,5 ⁰	15 ⁰

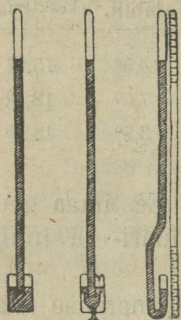
	K u u d :					
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Bataavia	25,5 ⁰	25,5 ⁰	26 ⁰	26,5 ⁰	26 ⁰	25,5 ⁰
Valentsia	14,5 ⁰	15 ⁰	13,5 ⁰	12 ⁰	9 ⁰	7 ⁰
Moskva.	18,5 ⁰	16 ⁰	10 ⁰	4 ⁰	-2,5 ⁰	-8 ⁰

Õhurõhk.

Õhurõhu mõõtmine. Sarnaselt kõõigile kehadele maakeral omab õhk maakera külgetõõmbe mõõjul raskuse ja litsub selle tõõttu asjade peale. Seda nähtust nimetatakse meteoroloogias õhurõhuks. Õhurõhu suurus võõrdub umbes 1,03 kg:ga ühele ruutsentimeetrile. Õhurõhu suurus määratakse baromeetri*)

*) Greekakeelne báros = raskus, métron = mõõt.

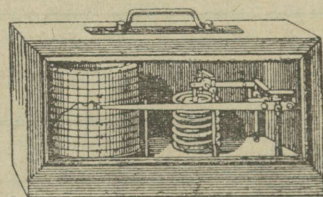
abil. Baromeetritena tarvitatakse kas elavhõbe- (128. joonis) või metallbaromeetreid. Elavhõbe-baromeetrid on väga mitmetaolise ehitusega. Kaussbaromeetrites on klaastoru elavhõbedaga mahutatud väikesesse elavhõbedakaussi. Vahe elavhõbedapinna vahel kausis ja toru ülemises otsas annabki õhurõhu.



128. joonis. Baromeetrid: esimene (pah.) kauss-, teine normaal-, kolmas sifoonbaromeeter.

Sifoonbaromeetrites on klaastoru painutatud alt otsast kõveraks. Õhk rõhub elavhõbedapinnale lahtises otsas ning rõhu muutumistel tõuseb või langeb ka elavhõbe; vahe kahe pinna kõrguse vahel näitab meilegi õhurõhku. Neil baromeetritel mõlemil peab olema liikuv skaala (numbrilaud). Normaalaromeetritel on klaastorul põhi liikuv. Erilise kruvi abil võib seda üles tõsta või alla lasta, asetades sellega elavhõbedat nullile. Nende baromeetrite juures pole tarviline liikuv skaala.

Kõrvuti elavhõbe-baromeetritega kasutatakse igapäevases elus kui ka teaduslikes uurimistes suure eduga ka aneroid- ehk metallbaromeetreid. Nende tarvitamist soodustab erilisel otstarbene ehitus, mis võimaldab neid ka rasketele uurimiskäikudele kaasa võtta. Suuremates meteoroloogiajaamades tarvitatakse õhurõhu märkimiseks ka barograafe, mis pidevalt joonestavad automaatselt õhurõhu kõvera veerevale trummile, termograafi sarnaselt (129. joonis).



129. joonis. Barograaf.

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

Elavhõbe-samba pikkus oleneb 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 elavhõbe-sammas pooluse läheduses lühem (umb. 2 mm) kui ekvaatoril. Vaatlused mitmesugustel geograafilistel laiustel taandatakse sellepärast samati, kui t^0 juures, ühtlasele raskustungile ja nimelt 45 laiuskraadi

raskustungile, mida on nimetatud normaalseks raskustungiks. Lõpuks mõjub ka kõrgus üle merepinna baromeetri seisuga peale. Kõrgemal näitab baromeeter vähem (miks?). Sellepärast taandatakse õhurõhk ka merepinnale. Seda tehakse järgmiselt.

On märgatud, et merepinna kõrguselt üles tõustes langeb elavhõbe-sammas baromeetris igal 11 m 1 mm võrra. Seda kõrgust nimetatakse baromeetriliseks kõrgusastmeks. Õhurõhu arvutamisel peetakse seda baromeetrist astet silmas ja lisatakse baromeetril nähtud arvule kõrgusele vastav arv juurde.

Suuremas kõrguses suureneb baromeetiline aste; nii on ta 3000 m kõrgusel umbes 15 m ja 5000 m kõrgusel 19,5 m. Sellepärast on kokku seatud tabelid, mis otse näitavad, misugune arv tuleb ligi lisada baromeetril saadud arvule.

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 mõlemal pool poolitajat ja kaks vööd nabajoonte ümber. Kõrgrõhu-vööd asuvad lähistroopilisel alal umbes 30° laiuse all (Rossi laius) 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.

Õhurõhu kõikumised. Vaatlused näitavad, et baromeetiline rõhk kõigub alatasa. Need kõikumised on korrapäratud (aperioodilised) ja korrapärased (perioodilised). Korrapärased on öö-päevased ja aastased. Nad on seatud päikese öö-päevase ja aastase liikumisega, korrapäratud aga on seatud mitmesuguste kohaliste oludega.

Korralistes öö-päevastes kõikumistes võime eraldada kaht kõrgrõhu ja kaht madalrõhu aega. Kõrgrõhk ilmub harilikult hommikul (k. 9—10) ja õhtul (k. 21—22), madalrõhk öösi ja keskpäeval. Tuntavalt märgatavad on need kõikumised troopika

all, meie laiustes on nende suurus pisike. Aastased on veel vähem silmapaistvad. Teravamalt avalduvad nad mandrite keskel.

Ülesanded: 1. Tutvu füüsika kursusest lähemalt baromeetri ehitusega ja kasutamisega kõrguste mõõtmiseks.

2. Vaatle iga päev määratud ajal õhurõhku ja märgi kõvera abil üles.

3. Pane tähele, milline vahekord on õhurõhu ja t^0 vahel.

Tuuled.

Tuuled on õhuvoolused, mis kõrgrõhu alast liiguvad madalrõhu alasse. Tuuli nimetame harilikult ikka selle ilmakaare järele, kust nad puhuvad, ei kunagi aga selle järele, kuhu nad puhuvad. Tuule sihi määramisel kasutatakse kaheksa- või kuueteistkümne-nurgalist ilmakaarestikku (130. joonis):

N — põhi, NNE — põhjakirre, NE — kirre, ENE — idakirre, E — ida, ESE — idakagu, SE — kagu, SSE — lõunakagu, S — lõuna, SSW — lõunaedel, SW — edel, WSW — lääne-edel, W — lääas, WNW — läaneloe, NW — loe, NNW — põhjaloe. Tuule sihti näitab kõrgemale varda otsa asetatud liikuv plaadike — tuulelipp. Kõrgemates õhuvoolustes määratakse tuulte sihti ka pilvede jooksu järele.

130. joonis. Ilmakaarestik.

Tuule liikumise kiirust mõõdetakse meteoroloogilistes jaamades anemomeetrite abil. Anemomeetri välisosana esinevad neli ristamisi kahele vardale asetatud poolkera, kaussi. Varda ristist käib läbi võll, mis ühenduses ratastikuga. Tuul paneb kausid pöörlema, mis võlli kaudu andub edasi ratastikule ja seal paberile märgitakse meetrites sekundis. Anemomeeter märgib nii tuule sihi kui ka kiiruse. Lihtsamaks tulekiiruse 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 kõrgemale mööda kaart 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.).

Beauforti skaala.

Tuule tugevus Beauforti 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 tuntav tuul.
3	Nõrk tuul	5	Kõigutab puude lehti.
4	Mõõdukas 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	Lüigutab nõrgemaid puutüvesid; tekitab seisvatele vetele laineid.
8	Tormiline tuul	15	Tugevad puud kõiguvad. Inimesel on raske vastu tuult liikuda.
9	Torm	18	Kergitab kergemaid asju, nagu katuse kive.
10	Kange tõrm	21	Murrab puid, tõstab raskemaid asju üles.
11	Maru	(25)	Purustused suuremal viisil.
12	Orkaan, raj	(30)	Kõrveks muutev tegevus.

Antud kiirused tabelis vastavad tuultele lahtisel merel. Maal tekitavad hõõrumine, pinna ebatasasused, taimkate jne. takistusi tuule puhumisele, sellepärast on tuule kiirus siin, vähemalt alumises kihtides, ka vähem. Maismaal tekivad nende takistuste mõjul tõukelised tuulepuhangud („tuul löötsub“), mis tihti suurt kahju toovad. Maapinnalt kõrgemal suureneb tuule kiirus. Nii näitavad vaatlused Eiffeli tornis 21 m kõrgusel tuule keskmise kiirusena 2,15 m/sek ja 305 m kõrgusel juba 8,71 m/sek.

Õõseks 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 eestkätt maakera vahelduv õhu temperatuur. Üksikud alad omavad enam sooja, nende t^o kõrgeneb, ning seal moodustuvad ülestõusvad õhuvoolud. Samarõhu-pinnad, mis loomulikult rõhtsad, painduvad teatavast kõrgusest peale alt tõusva õhu juurdevoolu mõjul ülespoole. Kõrgemates õhukihtides suureneb õhurõhk. Maapinna läheduses vaovad samal põhjusel isobaarilised pinnad

maapinna poole kooldu. Õhurõhk väheneb siin ning siin kujuneb madalrõhu ala, kuhu naaberaladelt õhk sisse voolab, vastavalt samarõhu-pindade langule. Samataolise nähtusena, ainult ümberpööratud moel, kujuneb ka kõrgrõhu ala. Jahedam õhk on tihedam. Samarõhu-pinnad painduvad ülal allapoole ja õhk voolab kõrvalt sinna kokku. Seal kujuneb madalrõhk. Maapinna läheduses kasvab aga selle juurdevoolu tõttu rõhk ja samarõhu-pinnad koolduvad ülespoole ning õhk voolab siin keskusest välja. Nii kujuneb iga madalrõhu ala kohal ülal kõrgrõhu ala ja kõrgrõhu ala kohal madalrõhu ala.

Vaikusvöö. 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 siin märgata. Sellepärast on seda vööd nimetatud vaikusvööks ehk kalmideks.

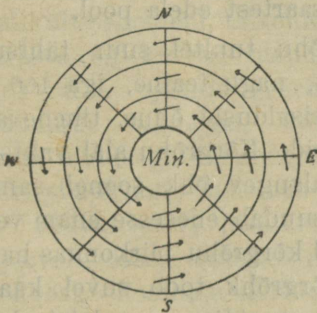
Passaadid. Kummalgi pool vaikusvööd tekib umbes 30° laiuse kraadide all kõrgrõhu ala. Siin valgub suurem osa vaikusvööl ülestõusnud ja jahenenud õhku, mis maapinnale laskub ja poolitaja poole voolab. Neid tuuli nimetatakse passaatideks*). Passaadid peaksid puhuma pikkussuhtide koosis, ent maakera pöörlemise mõjul kalduvad nad sellest koosist kõrvale. Nimelt puhuvad nad põhjapoolsel maapoolikul kirdepassaatidena ja lõunapoolikul kagupassaatidena (v. 28. lhk.). 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 termilise ekvaatoriga ühes vähe lõuna ja põhja poole geograafilist ekvaatorit kõiguvad.

Lähistroopilised vaikusvööd. Põhja ja lõuna pool passaatide vööd, umbes 30. ja 40. laiuskraadi vahel, esinevad kitsamad kõrgrõhuga vaikusvööd — lähistroopilised vaikusvööd (Rossi laiused). Poolitaja poolt tulnud jahe õhk vaob osalt siin alla ja valgub kerge tuulena väljapoole. Harilikult valitseb siin vaikus ja ilusad ilmad.

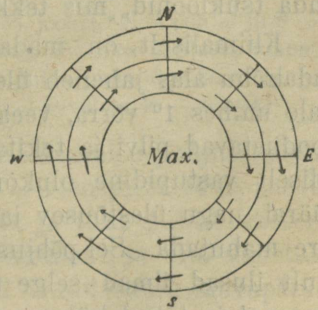
*) Hispaanlased kasutasid neid tuuli üle mere sõiduks Brasiiliasse ja nimetasid neid „passata“ — ülesdit.

Läänetuuled. Eelnimetatud vööst kunni nabajoonteni valitsevad niinim. läänetuuled. Nad tekivad sel teel, et nabajoonte all kujunevad madalröhu alad, kuhu lähistroopilisest vaikusvööst öhk juurde voolab. Maakera pöörlemise mõjul puhuvad need tuuled alguses edelast (vöi lõunapoolikul loodest), kuid muutuvad järk-järgult nabajoontele lähenedes päris läänetuulteks. Üldiselt pole nad oma koosis mitte nii püsivad kui passaadid. Mandrite kohal tekivad neile mitmekesised takistused, mis sunnivad neid muutma oma puhumiskoosi. Tugevamad on nad lõuna-maapoolikul, kus mandrite ulatus vähem.

Tsükloon ja antitsükloon. Eespool vaadeldud tuulesüsteemid olid maakeral üldised ja seotud laiemate aladega. Kuid madal- ja kõrgröhu alad vöivad kujuneda ka kitsamail ja piiratumail kohtadel, põhjustatud kohalikest oludest. Tekib kuskil maakeral kohalikkude tingimuste (näiteks t⁰) mõjul ülestöusev öhuvool, siis kujuneb all madal- ja ülal kõrgröhk. Samati vöib öhu jahenemise tagajärjel kitsamal alal tekkida kõrgröhk all. Esimest tuulesüsteemi, mille peatunnuseks on alt juurde voolav, keskelt üles töusev ja ülal välja minev öhuvool, nimetatakse madalröhu tuulteks ehk tsüklooniks (131. joonis). Teist süsteemi, kus öhk keskel alla langeb, ülal sisse ja all välja voolab, kutsume kõrgröhu tuulteks ehk antitsüklooniks (132. joonis). Maakera pöörlemine avaldab oma mõju



131. joonis. Madalröhu tuulte süsteem põhjapoolikul. Ringjooned kujutavad isobaare, nooled tuulte sihti.



132. joonis. Kõrgröhu tuulte süsteem põhjapoolikul. Ringjooned kujutavad isobaare, nooled tuulte sihti.

ka nende tuulesüsteemide kohta, kallutades neid põhjapoolikul paremale ja lõunapoolikul pahemale poole otsekohesest langust suunast. Sel põhjusel omab tsükloon pöörlemise vastu ja antitsükloon päri päeva. Ühtlasi liiguvad mõlemad tuulesüsteemid ka edasi.

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

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

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 sealt alatas laienedes, umbes 500—600 km päevase kiirusega ida poole, kus nad Ida-Euroopa madalikul kaovad. Liikumisteed on väga mitmed. Külmemail aastaajul tekivad nad Shotimaa saarte ning Fär-Öeri saarte läheduses ja liiguvad sealt Lõuna-Rootsi kaudu Soome lahte. Soemil ajal tulevad meile mööda Põhja-Saksamaa randa tsükloonid, mis tekkinud Briti saartest edela pool.

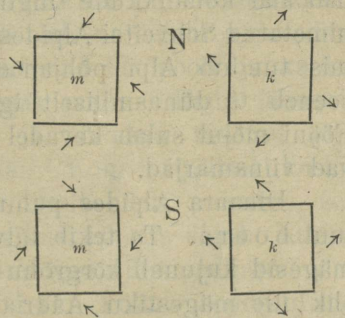
Kliimaliselt on madal- ja kõrgrõhu tuultel suur tähtsus. Madalrõhu alas jaheneb ülestõusev õhk, nagu teame, iga 100 m peale umbes 1° võrra, veeaurud, mis sisaldusid õhus, tihenevad, moodustavad pilvi ja tekitavad sademeid. Kõrgrõhu alal valitseb üldiselt vastupidine olukord, sest allalangev õhk soeneb samal määral, nagu ülestõusev jahtus, ning suudab enesesse enam veeauru 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.

Vahelduvad tüüled. Vahelduvaiks tuulteks nimetame neid, mis oma koosi teatud kindla aja järele vastupidiseks

muudavad. Nende tekkimise põhjuseks on kohaline õhurõhu vaheldus. Vahelduvaist tuultest märgime järgmisi:

M o n s u u n *). Monsoonid ehk mussoonid on aastaajuti vahelduvad rannikutuuled, mis iseäranis tüübilistena esinevad 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 monsoonide tekkimiseks. Suvel kuumeneb mandri pind mere pinnast tugevamini. Mandrite kohal tekib madalrõhu-ala, kuhu merelt voolab 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 muutuvad suve- ja talvemonsoonid oma meridiaanset koosi, vastavalt tuulte seadusele (133. joonis). Peale nimetatud Aasia ranniku kohtame monsuune ekvatoriaalse Aafrika ida- ja läänerrannikul, Põhja -Austraalias, Mexikos, Kalifornias ja Texases (l. tehhases). Need monsoonid aga on palju nõrgemad ja vähem tuntavad. Ka Hispaania rannikul märkame nõrku kaldyusi monsoonide tekkimiseks, kuid Islandi madalrõhu-ala mõjub siin takistavalt. Suvemonsoonid on mere- tuuled, mis kaasa toovad rannikule rikkalikult sademeid, talvemonsoonid sellevastu on kuivad mandrituuled.

V i n u. Vinud (briisid) on monsoonide sarnased, kuid palju vähema ulatusega rannikutuuled. Nende tekkimise põhjuseks on samati ebahõhtlane maismaa ja mere (järve) soenemine öö ja päeva ajal. Päeval tekib madalrõhk maismaal ja tuul puhub merelt või järvelt, ööseti muutub meri madalrõhu-alaks ja tuul vahetab oma koosi. Poolitaja läheduses esinevad vinud suure korrapärasusega, suuremates laiustes aga on nad vähem järjekindlad. Vahemere rannikul, samati ka Läänemere idarannikul võib neid



133. joonis. N — põhja- ja S — lõunapoolkeral valitsevate monsoonide puhumise koos, m — suvel ja k — talvel.

*) Araabia keelest — mansim = aastaag. Inglis keeli — monsoon (l. monsoon), prantsuse keeli — mousson.

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 varsi peale seda puhub maavinu kunni hommikuse vaikuseeni. 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 mägestikkudes 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. Ööseti on aga asjaolu vastupidine, sest mäenõlvad jahtuvad tugevamini orupõhjadest.

Kohalikud tuuled. Kohalikud tuuled kujunevad kitsamal alal kohalikkude tingimuste põhjustusel. Seesugustena olgu nimetatud Schweitsi Alpides soe fööni. Fööni on soe langetuul, mis tundub Alpi põhjapoolsetes orgudes. Mäelt orgu puhudes soeneb ta dünaamiliselt iga 100 m langemise peale 1°C võrra. Fööni mõjul sulab kevadel mägedes kiirelt lumi ja sügisel valmivad viinamarjad.

Dinaara Alpides puhub Aadria mere rannikule külm lange-tuul boora. Ta tekib talvel, kus kaugemal ida pool nimetatud mägesid kujuneb kõrgrõhu-ala. Sealt kõrgrõhu-alalt voolab külm õhk üle mägestiku Aadria mere madalrõhu-alasse. Langemisel ei suuda tuul tarviliselt soeneda ja tundub sellepärast Aadria mere rannikul väga karedana.

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-alasse. Madala algtemperatuuri (-20°C) tõttu ja tähtsuseta kõrguselt alla langedes ei suuda õhk mistraalis tarviliselt soeneda ja tundub siis ka külmana.

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

Kuivad ja kuumad kohalikud tuuled on khamsin — Egiptuses, saamum — Araabias, 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 peaasjalikult puhuvad, taimestik nii kui nii kehv on. Saamum ja khamsin tekitavad kõrvealadel tugevaid liivatuiske, takistades killavooride liikumist ja hävitades neid. Harmattan on peaasjalikult 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 baromeetiline rõhk (700 mm). Selleesse alasse voolab suure baromeetrilise gradiendi tõttu õhk naabrusaladelt võimsa jõuga ja omab maakera pöörlemise tagajärjel tsüklonaalset iseloomuga pööristuule laadi. Rajude tekkimise aladeks on troopikamaad, kus nende hävitav tegevus ka kõige tuntavam. Kõige enam tuntud on rajudest hurrikaan — Lääne-Indias ja taifun Hiina meres ja Bengaali lahes. Suure nobedusega edasi liikudes (50 m/sek.) lähenevad nad ida poolt ja kalduvad järk-järgult põhja (S-poolikul lõuna) poole. Raju lähenemist ennustab 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 vihmavalingud.

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

Ülesanded: 1. Vaatle ja märgi kolm korda päevas üles, mis tuuled puhuvad kodukohas. Missugune tuul on valitsev tuul?

2. Märgi üles tuule tugevus. Millal puhuvad meil tugevamad tuuled?

3. Millal on meil enam vaiksaid ilmu.

4. Võrdle tuule tugevust lahtisel väljal, metsas, majade vahel.

5. Tuleta meelde, mis tuuled puhuvad meil sagedamini.

Tuule sihtide sagedus 1920. a.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Valkus
Tallinnas	59	105	62	185	236	187	108	103	53
Filsandis	78	63	85	198	152	242	104	140	36
Pärnus	65	63	134	143	176	282	107	88	40
Kiltsis	64	82	95	176	221	216	122	91	31

6. Vaatle, kas liiguvad pilved alati tuule sihis. Kui mitte, siis miks?

7. Vaatle, kuis liigub pilvetombu vari maapinda mööda päikesepaistesel päeval. Määra selle järele tuulte kiirus ülemistes hukihtides.

8. Vaatle, kuis pöörab tuul, oma sihti muutes päeva jooksul. Otsusta selle järele, kas asud tsüklooni või antitsüklooni piirkonnas.

9. Näita kaardil, kus puhuvad üksikud tuulte süsteemid.

10. Mis tähtsus on meie kliima kohta valdavamatel tuultel?

Sademed.

Veeaur õhus. Õhk, mis ümbritseb maakera, on alati teataval määral veeaurudega täidetud. Maismaa pind, taimkate, loomad ja eriti veekogud saadavad alalõpmata veeaurusid õhku. Veekogud auravad ka siis, kui nende pind on varjatud jää ja lumega. Alalise vahetuse tõttu, mis on olemas üksikute õhukihtide vahel, kandub veeaur alumisest aurava pinnaga kokkupuutuvast kihist kõrgisse õhukihtidesse üle kogu maakera. Ja kui veeookean uhtis ainult osa maakerast, siis on õhkkonna kaudu veeaur ümbritsemas kogu maakera.

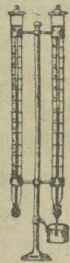
Veeaurude hulk õhus on tingitud õhu t⁰. Ta kasvab selle kõrgenemisega ja väheneb selle vähenemisega. On veeaurude hulk tõusnud õhus teatavas t⁰ äärmuseni, maksimani, siis kõneldakse sellest õhust kui veeaurudega küllastatud õhust. Õhu t⁰ tõusmisega suureneb küllastamiseks vajalik veeaurude hulk ja väheneb t⁰ alanemisega. Sisaldab õhk eneses

palju vähem veeauru kui vaja küllastamiseks teatavas temperatuuris, siis on õhk kuiv, ja mida enam läheneb see hulk küllastusseisule, seda niiskemaks läheb õhk. Kuiv õhk neelab kiirelt veeauru asjadest, kuna küllastusele lähenev õhk seda väga pikkamööda teeb. Õhu küllastuse peale avaldab mõju ka tuul, mis õhukihte asetab teise paika. Auramise peale avaldavad sellega oma mõju õhu küllastusseis, tuul ja õhurõhk. Vähema 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 meie teatava temperatuuriga õhu tõelise veeauru hulga suhte sellesse veeauru hulgasse, mis õhk samas t^o endasse võiks mahutada küllastuseni, ja avaldame selle protsentides, siis saame suhtelise 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^o juures enesesse küllastuseni neelata veeaurusid. Õhk pole röske mitte seepärast, et ta eneses absoluutselt palju veeauru sisaldab, vaid sellepärast, et veeaurude hulk antud t^o juures 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.

Niiskuse mõõtmist korraldatakse mitmel viisil. Absoluutset niiskust mõõdetakse baromeetri abil, kui auru rõhumist, või vaatleme kaste ilmumist (näiteks Danielli kastepunkti-näitajal). Relatiivse niiskuse mõõtmiseks kasutatakse hügromeetrit, hügrograafe ja psükromeetrit (134. joonis).

Aurude hulk õhus väheneb kõrgenemisel kiiremini kui õhurõhk ja 3000 m kõrgusel sisaldab lahtine õhk veel ainult 25% sest niiskusest, mis on olemas merepinna kõrgusel, ja 5000 m kõrgusel ainult 10%. Suhteline niiskus suureneb poolitajast nabade poole, kuna absoluutne niiskus väheneb. Merede kohal on relatiivne niiskus peaaegu püsiv (80%), mandritel aga



134. joonis.
Psükromeeter.

väga muutlik. Kõige vähem on ta kõrbedes, eriti suvel, nii näit. Kalifornia kõrves kõigest 20%.

Sademetekkimise põhjused. Sademetekkimise põhjuseks on veeaurude tihenemine (kondensatsioon) õhus. See sünnib siis, kui veeaurude hulk küllastusseisust üle ulatub (relat. niiskus 100%). Selle põhjuseks on harilikult õhu t° madaldumine; muutumatus t° ei jõua õhk ilmaski küllastuseni, sest veeaurude hulga kasvamisega väheneb ka auramine. Tihenedes muutub nägematu aur väikesteks valkjateks veepiisakesteks. Veeaurude tihenemist soodustavad õhus hõljuvad tolmutükikesed, mille pinnale aurust tihenendud vesi aseneb. Kuid üleküllastatud olengus võib ka päris puhtast õhust veeaur tiheneda.

Sademetekkimise kuju. Puutub niiske õhk kokku jaheneva maapinnaga, taimelehtedega jne., siis tekib kaste, ja kui õhu t° alla 0° , siis h ä r m a t i s. Selged ööd, kus soojuse kiirgus maapinnal eriliselt suur, on kaste ja härmatise tekkimisele soodsad. Pilvistel öödel ei teki kastet.

Niikaua kui veeaur gaasitaolisena õhus hõljub, on ta nägematu. Tihenendud miljoniteks väikesteks veepiisakesteks, moodustavad nad udu ja pilved. Olulist vahet pilvede ja udu vahel ei ole. Udu oleks ainult ilma kujuta pilv, mis tekkinud maapinna läheduses. Udud tekivad tavaliselt ööseti, õhu jahtumise tagajärjel. Tihti võime märgata, kuidas udu üles tõuseb soodest, niisketest niitudest ja vallina edasi liigub. Päikese tõusu järele, kui õhk soenema hakkab, kaob ka udu; ent tihti, kui jahedad õhuvoolud ülalt alla vaovad, võib udu kesta päevade ja isegi nädalate viisi. Alaliste ja geograafiliselt ülitähtsate nähtustena esinevad udud soojade ja külmade merehoovuste kokkupuute kohtadel. Nii on nad New-Foundlandi (l. nju faundlendi) madalikkude läheduses, Vaikse ookeani põhjapoolses osas ja Suurbritannia 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 kunni 11 000 m. Keskmiselt tekivad pilved 2000 ja 3000 m vahel.

Pilvede paksus kõigub õhukese linikuna taevast varjava, mõne meetri paksuse udukihi ja kunni 5000 m paksuste pilverün-gaste vahel.

Pilvede kuju on vahelduv ja värvi- ning vormirikas. Ometi võime eraldada neli põhivormi (vaata tahvlid).

1) Kiudpilved on üksikud õrnad valged sulgjad pilve-siilud, mis sageli üle terve taeva küünivad. Nad on koos peen-*ciro* test jäänõelakestest ja tekivad 5000—9000 m kõrgusel.

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

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

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

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

Pilvedeks koondunud veepiisad hõljuvad senni õhus, kunni nende suurus alles ülipisike (läbimõõt 0,05 mm). Järk-järgult liituvad piisakesed ning nende raskus kasvab, ja siis langevad nad vihmana alla. Peenikesed vihmatabad ei suuda sageli maa-pinnani jõuda, vaid muutuvad teel uuesti auruks. Ent allalange-misel võivad piisad ka ühineda ja kasvada, tekitades tugevaid vihmavalanguid. Tugevamaid vihmavalanguid kohtame eest-kätt lähistroopika aladel, kus ühes tunnis kunni 300 mm sade-meid, s. o. enam kui pool Eestimaa aastate sademete hulgast, alla sajab. Suurim sademete hulk — 1040 mm — päevas on märgitud Cherrapunjis (l. dserrapunshis).

Külmemal aastaajal, kui õhu t^o vaob 0^o-ni, tiheneb veeaur lumeks, mis koos väikestest lumekristallikestest — lume-helvetest. Viimaste kuju ja suurus on vahelduvad. Tihti ühinevad nad laiadeks lumeräitsakäteks. Sula ilmaga või kevadel ja sügisel kaotab lumi alumiste soemate õhukihtidega kokku puutudes oma kristallilise ehituse ja muutub lume-lörtsiks või kübelumeks. Lumi moodustab maapinnale

paksu lumevaiba, 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 peentest tangutera suurustest kübemekestest kunni kannamuna suuruseni ja 1 kg raskuseni.

Sademetē hulk. Sademete hulga all mõistame meie veekihi paksust, mis tekiks teatava aja jooksul läbilaskmatule rõhtsale pinnale. Kihi paksus antakse ikka millimeetrites (või sm). Nii avaldub mõõdetud sademete hulk ikka millimeetrites.

Sademete mõõtmiseks kasutatakse isesugust riista — vihmamõõtjat. See on lehtritaoline riist, mis asetatud lahtisele kohale samba otsa. Lehtri ülemise avause pind on täpsalt mõõdetud. Nõusse sadanud vihm ja kaste koonduvad lehtri alumises osas olevasse mõõtklaasi, kuna kindlakehalised sademed enne mõõtmist veeks sulatatakse. Vee kantsuurus, jaotatud lehtri avause pinnale, annab meile sademekihi paksuse.

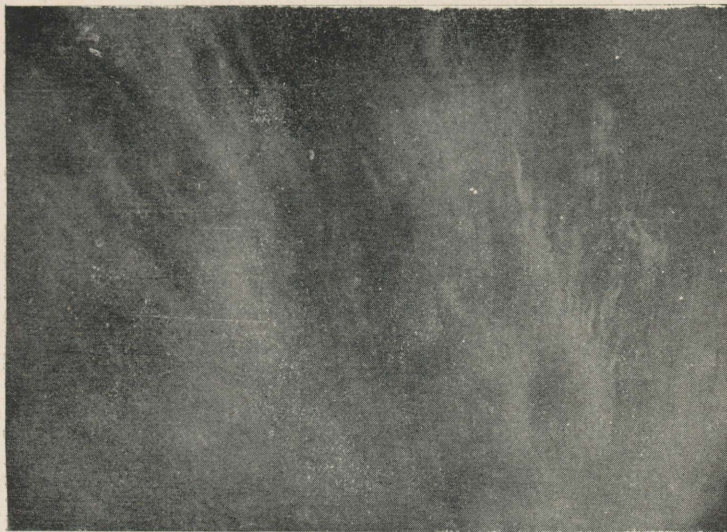
Sademete hulga kohta pole tähtis mitte ainult saju tugevus, vaid ka saju tihedus, s. o. saju päevade hulka teatava aja jooksul (näit. aastas), avaldatud protsentides. Sajupäevade ühtlasest või ebaühtlasest jaotusest, samuti nende üldisest arvust oleneb antud maa-ala kliima (miks?).

Eestimaal on saju tihedus suurem septembris (50%) ja vähem aprillis (34%). Kõige suurem sademete hulk tuleb aga juuli- ja augustikuu peale. Aasta kesksademete hulk ulatub 550 mm.

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

Ülesanded: 1. Kuidas kuivavad teed peale sadu kevadel ja sügisel? Miks?

2. Tuleta meelde füüsikast hügromeetri, hügrograafij ja psükromeetri ehitus.



Tartu meteoroloogiaobservatooriumi foto.

Kiudpilved (*Cirrus*).



Tartu meteoroloogiaobservatooriumi foto.

Vihmapilved (*Nimbus*).



Tartu meteoroloogiaobservatooriumi foto.

Kiudkihtpilved (*Cirrostratus*).



Tartu meteoroloogiaobservatooriumi foto.

Rünpilved (*Cumulus*).

3. Suhtelise niiskuse arvame välja järgmist viisi. Olgu õhus $+18^{\circ}\text{C}$ juures 10,8 gr vett. Missugune on suhteline niiskus? Alljärgnevalt tabelikesest leiame, et $+18^{\circ}\text{C}$ soojuses õhk võib mahutada enesesse 15,4 gr vett. Siit saame suhtelise niiskuse

$$\frac{10,8 \times 100}{15,4} = 70\%$$

Arva välja suhteline niiskus, kui õhus $+20^{\circ}\text{C}$ juures on 9,75 gr, kui $+15^{\circ}\text{C}$ on 10,2 gr, kui -5°C on 2,2 gr vett. Kasuta allolevat tabelit, kus vastava t° suurim veemahutus ühes m^3 on üles märgitud.

Temperatuur	Suurim veesisaldus	Temperatuur	Suurim veesisaldus	Temperatuur	Suurim veesisaldus	Temperatuur	Suurim veesisaldus
-5°	3,1 gr	$+2^{\circ}$	5,3 gr	9°	8,6 gr	16°	13,5 gr
-4°	3,4 "	3°	5,7 "	10°	9,2 "	17°	14,4 "
-3°	3,7 "	4°	6,1 "	11°	9,8 "	18°	15,4 "
-2°	4,0 "	5°	6,5 "	12°	10,5 "	19°	16,3 "
-1°	4,3 "	6°	7,0 "	13°	11,2 "	20°	17,4 "
0°	4,6 "	7°	7,5 "	14°	11,9 "	21°	18,5 "
$+1^{\circ}$	5,0 "	8°	8,0 "	15°	12,7 "	22°	19,7 "

4. Selgita, miks me ülespoole tõustes tunneme õhku jahe-
nevat ja alla vaodes, vastupidi, soenevat.

5. Vaatle udu tekkimist niitudel. Kirjelda seda.

6. Kuidas mõjub udu meie riiete peale?

7. Vaatle, millal tekib kaste ja härmatis.

8. Märgi üles, kui kaua sajab iga kord vihma ja kust ilmakaarest tuleb vihm. Tee seda ühe kuu vältusel.

9. Vaatle, kui kaua seisab vihma järel vesi põldudel, maanteel, külateel?

10. Pane tähele taimi vihma eel.

11. Kirjelda, kuidas näevad välja peale vihma põllud, niidud ja metsad.

12. Vaatle pilvi ja kirjelda nende vormi ning värvingut ja kuidas nad jooksevad.

Sademetete hulga levimine.

Sademetete hulga levimise põhjused. Aastane sademetete hulk üksikutes maakera osades on väga erinev ja ripub hulgast kohalikkudest tingimustest. Esimeses järjekorras avaldab sademetete hulga peale mõju geograafiline laius. Poolitajal ja pöörijoentel valitseb kõrge t⁰ ning see soodustab nobedat auramist ja pilvede tekkimist. Selle tagajärjel on seal ka vihasajud väga mõjukad. Jaava saarel pole kunni 0,3 mm sademetete hulk minutis haruldane, kuna Tartus vast vihasemal kuul see 0,55 mm tunnis küünib. Kõrgemais laiustes 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. Ent meredel on auramine tõhtsam ja see suurendab ka sademetete hulka.

Niisked meretuuled, nagu meil lääne- ja vesikaaretuuled, suurendavad sademetete hulka, kuna kuivad maatuuled vastandina avalduvad. Terve Lääne-Euroopa asub niiskete meretuulte mõjukonnas. Vana Ilma steppide ja kõrbede vöö kannatab sellevastu kuivade maatuulte all. Kuivade passaat-tuulte mõjul on ka osa Sise-Austraaliat muutunud kõrveks.

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

Sademetete hulga kasvamine kõrgenemisega ulatub ainult teatava kõrguseni, millest ülalpool uuesti vähenemine algab.

Mont-Blanc'il on maksimaalne 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 mäe-ahelikud risti valitsevatele tuultele, siis ilmuvad nad kliimalahkmetena. Alltuule maa-alad on kliimaliselt teravas vastolus pealtuule maa-aladega. Eriti paistab see silma ranniku mäe-ahelikkudel, mis niiskeid meretuuli takistavad pääsmast südamaasse, nagu seda näeme Pürenei poolsaarel, Brasiilias, Indostanis, Väike-Aasias jne.

Sademete hulga rõhtus levimine. Vihmarikkamad alad maakeral asuvad troopikavöös. Mõlemal pool poolitajat on ekvatoriaalne ala, milles pea aasta otsa asub vaikusvöö. Ülestõusvad niisked õhuvoolud on põhjuseks tugevatele äikesevihma valingutele, mis suure korralikkusega ilmuvad igal õhtupoolikul, kui õhk hakkab jahenema. Kaks korda aastas on päike siin lagipunktis, mis ajal ka vihmajad 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, ilmub ainult suvine vihma-aeg, mil päikese soendamine suurim. Muul ajal on kuiv aeg ja mida lähemale troopikatele, 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 ja Austraalias keskmise ning 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 kuivad on. Põhjapoolses osas sajab aasta

läbi sademeid. Sajuahtramad alad on pooluste ümbruses, kus sademete kõrgus aastas alla 250 mm. Sademeid langeb siin ühtlaselt terve aasta läbi.

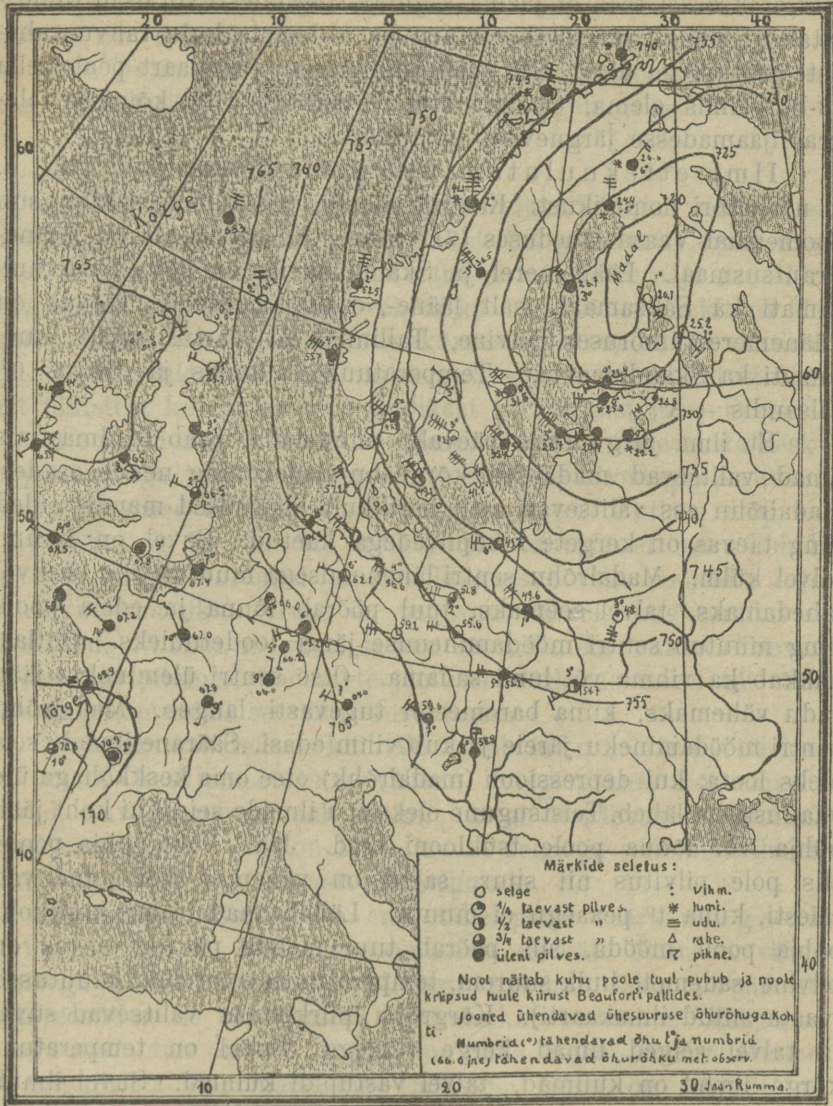
Ilmastik.

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

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

Oma suure vaheldusega avaldavad ilmad teravat mõju ka inimese majanduslikele kui ka muu elu nähtustele peale. See asjaolu on juba vanal ajal esile kutsunud püüded katsuda ilmu lähema tuleviku peale ennustada, ette kuulutada. Varem ajal põhjenes see ainult rahva kaua-aegsete tähelepanekute, ebausude jne. peal ja kannatas väga täpsusetuse all. Mineva aastasaja keskelt peale on ilmade ennustamine omandanud aga tõelise teadusliku ilme. Seks otstarbeks on igas riigis korraldatud ilmandus, mis avaldab igapäev ülevaate õhkkonna seisust 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 üksus, vaid ainult osa üldisest ilmade seisust. Sellepärast avaldatakse üksikute ilmajaamade vaatlused riigi ilmade-keskjaama (meil Tartu), kus neid raadio teel edasi antakse teistesse riikidesse.

Kohalikkudest vaatlusjaamadest ja välismaalt saadud ilmastikuteadete põhjal seatakse kokku ilmakaart (v. 135. 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^o ja tuulesiht noolena, millele külge tõmmatud tuule tugevuse märkidena (Beaufort'i skaala järele) väikesed põik-kriipsukesed. Pilvitus



135. joonis. Ilmakaart Tartu meteoroloogiajaamas 2. nov. homm. 1921. Üldine õhkkonna seis on järgmine: tsüklooni keskus asub Soomemaal, kus Vaasas õhurõhk 717 mm on; Läänemerial on kõva loode (NW) torm; Tartus, Tallinnas ja Soomes lumesadu. Kõrgrõhk Lääne-Prantsusmaal ja Atlandi ookeani põhja pool Shotimaad. Loodetav ilm neljapäeval 3. nov.: merel loode (NW) poolne torm, sisemaal kõva loode (NW) tuul, muultil pilvitus, lumesajud, külmem.

märgitakse sel teel, et jaama kujutav ring täiesti või osalt tumestatakse; samati märgitakse sinna ka sademete kuju rahvusvaheliste märkidega üles. Sel viisil valmistatud ilmakaart peab kella 13-ks valmis olema, et ilma ette teatada üle riigi kõigisse telegraafijaamadesse järgnevaiks 24 tunniks.

Ilma ettekuulutamise. Antud ilmakaart on 1921. a. 2. novembri hommikust. Kaardil näeme, et tsüklooni senter asub Soomemaal Vaasa läheduses (717 mm). Kõrgrõhu ala on Lääne-Prantsusmaal. Läänemerel ja Skandinaavias on kõva loodetuul, samati ka Saksamaal osalt lääne-, osalt loodetuul. Taevas on Läänemere ümbruses pilvine, Tallinnas ja Tartus sajab lund, samati ka Skandinaavias. Temperatuur Tallinnas ja Tartus 0° , Filsandis $+3^{\circ}$.

Et ilma järgmiseks päevaks ennustada, peab teadma, mis ilmad valitsevad madal- ja kõrgrõhu-aladel ning nende osades. Madalrõhu ees valitsevad meil harilikult idapoolsed mandrituuled ning taevas on kergete kiudpilvedega kaetud. Suvel on kuum, talvel külm. Madalrõhu sentri lähenemisega muutub õhu t° suvel jahedamaks, talvel soemaks, tuul pöörab 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 järele jätkub vihm edasi. Säärane ilmade seis oleks loota, kui depressioon (madalrõhk) otse oma keskkohaga üle vaatluskoha läheb. Teistsugune oleks aga ilmade seis, kui koht jääb põhja või lõuna poole tsüklooni teed. Jääb koht põhja poole, siis pole pilvitus nii suur, sajud on vähemad või puuduvad täiesti, kuna t° peaaegu ei muutu. Läheb madalrõhu keskkohalt põhja poolt mööda, siis pöörab tuul mööda päeva, taevas 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 ette kuulutada. 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 ettekuulutus ei anna keskmiselt üle 80—90% täidminevaid ennustusi.

Kliima.

Antud koha kliima 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.

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

Vastandina merelisele kliimale esineb mandriline kliima, kus aasta-kesktemperatuur vähem, temperatuuri kõikumised suured, suvi kuum ja talv külm. Isegi öö-päevased t° kõikumised on suured. Õhk on kuiv, taevas selge ja sademeid ilmub pisut. Esinevad valdavamalt suvevihmad.

Mandrilises kliimas on eriti tähelepanu väärt mägede kliima. Mägede kliima iseloomustub eestkätt õhurõhu vähenemisega ja kõikumisega. Hõreda õhu tõttu on otsekohene päikese kiirte soendamine tuntavamalt tugevam kui madalikus. Kõrgenemisega madaldub õhu t° . Niiskus on õhus vähem, kuid auramine on energilisem kui madalikus (miks?). Talvel on mägedel t° tihti kõrgem kui orgudes. Orgudes on talved harilikult külmemad kui mägede otsas, suved aga kuumemad ja t° kõikumised, isegi öö-päevased, järjelikult suuremad. Orgude kliima pehmeneb sageli sellega, et mäe-ahelikud takistavad külmade tuulte juurde-
pääsu.

Mitmekesised kliima liigid, silmas pidades sademete ja t^o ühtlast laadi, ühinevad suuremateks rühmadeks — kliimatüüpideks.

Ekvatoriaalne kliima omab ühtlase kõrge temperatuuri, väheste aastaste, kuid tuntavate öö-päevaste kõikumistega. Soema kuu kesktemperatuur ulatub 30° ja külmema kuu kesktemperatuur 24°. Puhuvad passaat-tuuled, mille suunast oleneb ka sademete hulk.

Troopilises kliimas on ilmad väga ühtlased. Puuduvad, nagu eelmiseski, teravalt kujunenud aastaajad. Kuiv ja niiske aeg on suvel ja talvel. Vihmaae on harilikult jahedam. Aastakesktemperatuur kõigub 20° ja 28° vahel. Aastased temperatuuri kõikumised on vähemad kui päevased. Troopiline kliima, nagu ka ekvatoriaalne, on valdavamalt merelise iseloomuga.

Lähistroopiline kliima esineb mandrite läänepoolseis osades ega ümbritse maakera vööna kahe eelmise kliimatüübi sarnaselt. Aastaajad esinevad tuntavate temperatuuri erinevistega. Talved on jahedad, suved kuumad. Põhjapiirina ilmub lähistroopilisele kliimale külmema kuu 8° isoterm. Sademed langevad valdavamalt talvel ja kevadel. Lähistroopilise kliimaga on Vahe-mere maad, Lääne-Mexiko, Lääne-Aafrika, Lõuna-Ameerika jne.

Paraskliimas avaldub ilmastiku mitmekesisus ja vaheldus teravalt. Ilmastiku muutlikkuse põhjuseks on tsükloonid ja antitsükloonid, mis siin valdavas. Temperatuur kõigub aasta-aegade järele. Sademed on jaotatud ühtlaselt läbi terve aasta. Märgatav on suur erinevus mandri- ja merekliima vahel. Selle kliima põhjapoolseks piiriks on soema kuu 10° isoterm.

Polaarkliima iseloomustub sellega, et päev ja öö järkjärgult nabadele lähenedes ühtivad suve ja talvega. Öö vältab pea terve aastaaja, samuti ka päev. Päevased t^o kõikumised pole tuntavad, 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.

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

Humiidne ehk niiske kliima oleks seal, kus sademeid sedavõrd ohtrasti sajab, et ei suuda ära aurata. Ülejääk voolab jõgede kaudu meredesse. Vastand sellele oleks ariidne

ehk kuiv kliima, kus sademeid vähem sajab, kui aurata suudab. 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. Kohtadel, kus praegu valitseb polaarkliima, on esinenud kord lähistroopiline ja troopika kliima, kuna teistel aladel otse vastupidine olukord on valitsenud. Ent 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 kliimaelemendid — 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.

Ülesanded: 1. Märgi üles, kuidas vanad inimesed ilmu ennustavad. Katsu neid kokkukõlastada meteoroloogiliste andmetega.

2. Selgita, milline kliima valitseb monsuunide ja passaatide piirkonnas.

3. Mis kliima on kiltmaadel ja miks?

4. Selgita ilmade tervishoiulist tähtsust.

5. Mis väärtus on kliimal inimese kohta?

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. Teatavail tingimusil kasvab potentsiaalide vahe maakera pinna ja õhkkonna vahel niivõrd, 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 kerkiivad õhuvoolud, järjekult 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 meie 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 vöö- 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 seisuga.

Kangastus. Kangastusnähtused (Fata Morgaana) on sagedamad kuivades kuumades maa-alades ja põhjenevad õhukihtide erinevale tihedusele. Tihedamad õhukihid võivad teatavil tingimusil peegeldada asjadelt langenud kiired tagasi, mis, sattudes vaateleja silma, annavad meile sellest asjast ebakujutused.

Tereendus. Õhukihtides valguskiirte murdumise tagajärjel võime näha asjade kerkimist silmapiirist kõrgemale. Silmapiiril 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.

Taimede elutingimused. Maakera pind on suuremalt osalt kaetud taimestikuga. Isegi jää- ja lumealad kõrgmägestikkudes pole eluta, ja maa-ala, kus esinevad aina paljad kaljud ja igilumi, on üldiselt väga piiratud.

Taimkate pole maapinna erikohtades mitte ühetaoline. Ta oleneb kõige pealt geograafilisest laiuusest ja kõrgusest ü. m. p., sest need põhjused on mõõduandvad kliimalistele oludele. Peale selle on taimede elutingimused tähtsad muldkond (edaafilised olud) ja teised elavad olevused.

Kliimalistest tingimustest on suure tähtsusega valgus, soojus, niiskus ja tuul. Valguse abil suudavad taimed sünteseerida eluta ainst orgaanilist ainet. Sellepärast võib ainult õige vähene arv taimi (bakterid, seemned j. t.) elutseda ilma valguseta, kasutades teiste valmistatud orgaanilist ainet.

Pöörivöös on valgusekiirte hulk enam-vähem terve 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 — õitsemine 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 ($+2^{\circ}$ kunni $+5^{\circ}\text{C}$) 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° – 60° C temperatuuris surevad taimed juba ära. Nagu valgusekiirte, samuti on taimedel ka t° äärmuste vastu kaitsevahendid olemas. Üks säärastest vahendeist on eluliste toimingute vaibumine taimeorganismis 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. Eriliselt 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) kuivustaimed ja 3) vaheldustaimed.

Niiskustaimed on iseloomulised maale, kus sademete hulk küllalt suur ja aastas ühetasaselt jaotatud. Neil taimedel on vähem juurestik, suured õhukese epidermisega ja õhurukestest rikkad 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.

Kuivustaimed 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 rudimentaarseteks (kasuariinid). Teised taimed koguvad omale jälle vee-tagavarasid iseäralisesse koesse (kaktused).

Kliimalise kuivuse kõrval esineb ka füsioloogiline kuivus, nagu seda näeme soo- ja rabataimede juures. Pinna madala t° ja mullahapete rohkuse tõttu ei saa need taimed täiel ulatusel kasutada neid rikkalikke veetagavarasid, mis sois ja rabades, ning omandavad endile kuivustaimede väljanägemise ja soetavad omale auramise vahendamiseks vastavad kaitsevahendid (sookailud, palukad, sinikad jne.).

Vaheldustaimed võivad kasvada maa-aladel, kus temperatuur ja niiskus vahelduvad. Temperatuuri madaldumisel heida-

vad nad lehed ja suiguvad talvepuhkusele, nagu meie taimed. Sama nähtus kordub ka t^o kõrgenemisel ja niiskuse vähenemisel.

Muldkonna vastu avaldavad taimed suurt kohanemistungi. Nii leiame taimi, 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 ilmumiseks. Samblad, selle järele 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 oludele, välja suruda endisi taimi. Seda märkame järvede soostumisel, soode kuiivamisel jm.

Teiselt poolt võime taimede hulgas tähele panna ka vastastikust toetust ja kaitset. Ta avaldub just taimeühinguis või taimestuis, milledeks meie nimetame ühiseis elutingimuis sobivaid taimi. Taimestus paistab üksikute eluvormide — taimede — vahekord kõige paremini silma. Meie 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 väänkasvudele jne.

Loomariigi esindajaist avaldab inimene erilisel 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 laiema 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 niim. röövemaistud. Need on maa-alad, kus avaldub eestkätt 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, rammutakse välja jne. Kultuurmaistutena esinevad põllud, rohtaiad, kultuurheinamaad jne., kuna kasutusmaistutena tarvitame metsaheinamaid ja metsi, soodes ja rabades isegi röövemaistuid leidub, sest esialgu katsub inimene sealt ainult võtta, ilma vastu andmata.

Põllupeenardele, kraavikallastele, teeäärtele, kivikangruile ilmuvad taimestud, mis moodustavad konnumaistuid. Nende taimestute ja maa-alade peale pöörab inimene vähe tähelepanu.

Taimevööd.

Kliimalistel tingimustel ühinevad taimestud t a i m e v ö ö d e k s. Nad järgnevad üksteisele geograafilise laiuse sihis ning meie saame järgmised 5 taimevööd: 1) troopikavöö, 2) lähistroopikavöö, 3) vahevöö, 4) kuumsuve-vöö ja 5) polaarvöö taimestud.

Troopika- ehk pöörijoone-vöö on kõrge, kuid tasase t^o ja võrdlemisi suure (400—12 000 mm aastas) sademete hulgaga, mille tõttu siin taimestik on enam-vähem lopsakas. Ent üksikuil aladel pole sademete hulk mitte samasugune, mis põhjusel ka troopikavöö 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 igihaljad vihmametsad, kus

tugevatüvelised puud, kaetud õrna koorega, tõusevad kunni 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 võrsid omakorda põimivad mitmesugused epifüütsed ja parasiitsed taimed. Metsaalune on tugevasti täis kasvanud madalamaid puud, pöösaid, võserikku ja rohtu ning kogu metsa tihestavad väänkasvud — liaanid ja õhujuured. Värvide küllus, lõhnad, alaline niiskus ja tume vari on üheks iseloomulisemaks troopika igihaljaste metsade tunnuseks.

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 — dshunglid, 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 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 pöösast. Rohtsavannid ilmuvad L.-Transvaalis, L.-Brasiilias (kampod), Argentiinas (pampad), Orinoko jõel (ljaanod) ja Kesk-Aafrikas.

Iseäraliste metsadena esinevad sellel alal siiludena läbi savannide ulatuvad lopsakad galeriimetsad ja mangroovimetsad jõgede suus ja vee ääres.

Lähistroopika-vöös valitseb palav suvi ja pehme tali. Sellesse vöösse kuuluvad muu seas ka Vahemere maad Euroopas, P.-A. Uniooni lõunapoolsed riigid, Lõuna-Jaapan, Uue-Meremaa, Chiili j. t. maad. Siin kasvavad nahklehised metsad, kus kõrgete siniroheliste lehtedega puude all leiame tihedat alus-

metsa. Vahemere mail on puud isegi kadunud ning esineb ainult läbipääsmatu nahklehe-põõsastik, nagu Korsikas.

Vahelvöö on iseloomustatud soojade kunni kuumade suvedega ja pehmete kunni 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 vöösse. Selle vöö lõunaosas on valitsemas leht- ja põhjaosas okasmetsad. Euroopas on lehtmetsad kultuuri mõjul sedavõrd muutunud, et algelisest kujust enam juttu ei saa olla. Muudes ilmajagudes (P.-Ameerikas ja Ida-Aasias) on nad alles vähe muutunud. Lehtmetsad on harilikult suvehaljad ning seisavad koos saartest, pöökidest, vahtratest, pärnadest, tammedest jne. Alusmets on võrdlemisi hõre ega takista liikumist. Liaane leiame ainult Jaapanis.

Okasmetsad on peaasjalikult igihaljad, rikkad alusmetsast ja nende lopsakus väheneb lähenemisega põhja poole. Nendele metsadele seltsivad siin-seal veel kõrgrabad, heinsood ja nõmmed, mis kaetud ainult kanarbikuga. Soodes ja rabades esinevad ainult mõned marjapõõsad ja käabuspuud iseloomustavate taimedena.

Selle vöö kuivades lõunapoolsetes osades tekivad rohtlaaned, kus puud ja põõsad sootuks puuduvad. Mississipi jõgikonnas leiame kõrge rohuga, peaasjalikult kõrrelistega kaetud rohtlaasi — preriisid. Musta mere põhjarannikul on Musta mere rohtlaaned, kus kõrvuti kõrrelistega ka ülipalju sibultaimi kasvab, ja Ungaris leiame niinim. pusta, ka peaasjalikult kõrrelistega kaetud rohtlaane. Páris puutumatu ürg-rohtlaasi leidub vähe. Igale poole tungib juba inimene oma kultuuriga ning kesk rohtlaasi esineb laiemal või kitsamal määdul ka kultuurmaistuid.

Vahelvöö kuuma suvega aladel on kujunenud soolastepid ja kõrved. Nende tekkimises on eestkätt mõõduandev olnud sademete vähesus ja kuumad 4—5 kuud vältavad kuivad suved, mis suurt taimekasvu ei soodusta. Soolasteppides leiame siin-seal veel kaunis tihedalt vaevalisi käabuspõõsaid, 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). Samati on ka savistel aladel taimestik rikkalikum ja kujunevad karjamaad kaamelitele. Avalduvad aga põhjaveed hoogsamalt, siis hakkavad nii kõrbedes kui soolasteppides ka puud kasvama. Viimastes võivad kujuneda vee rohkusel soolasood lihavate taimedega, mis tihedaid padrikuid tekitavad. Kõrbedes muutuvad säärasead alad oaaasideks, mis ainsad inimese elamute asupaigad kesk tuiskavat liiva. Palmipuistud ja ka rohutaimestud on oaaasides väga lopsakad.

Nabamaade vöös valitseb lühike jahe suvi ja pikk kare tali. Vahe-aastaajad sügis ja kevade on väga lühikesed või kaovad põhja pool täiesti. Taimekasvuks jääb siin aeg ainult maist augustini. Lumi suudab ainult maapinnalt ära sulada, kuna aluspinnas mõne sentimeetri sügavusel juba alaline jää — kelt s esineb. Sel põhjusel on ka taimed kidurad ning jässakad ja koolduvad maapinnale, kus kergem kaitset leida lume alla taliste külmade eest. Taimekasv on pikaldane ja sellepärast leiame seal ainult kääbuspuid.

Selle vöö iseloomulisemad taimestud on tundrad. Tundrad on laialdased nabamaa sood, mis kaetud jässakpõõsastega, kääbuspuude, sammalde ja samblikkudega. Siin-seal kinkude vahel lohkudes esinevad veelombid, mis suviti siin pesitsevatele veehindudele rikkalikku toitu pakuvad. Kaugemal põhja pool kaovad tundrad oma vaevalise taimestikuga ja asemele laiuvad ainult paljad kalju- ja jääkõrved.

Kõrgusalad. Me teame, et kliima muutub mitte ainult laiuse sihis, vaid ka kõrgenemisega merepinnast. On arusaadav siis, et ka taimestik mägedes kõrgemale tõustes teiseneb. Mägedes leiame taimestute kõrgusalasid, mis peegeldavad taimkatte muutust loodis sihis. Taimestute kõrgusalad kordavad horisontaalseid võid terves ulatuses ainult troopika kõrgmägestikkudes. Troopika taimestutele järgnevad siin mäemetsad, siis udu-metsad ja lõpuks kaljuarud ja lumeväljad. Teistes vöödes algavad kõrgusalad ka vastavate 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 peaaesjalikult vetikatest; 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.

Ülesanded: 1. Märgi üles, missugused niiskus-, kuivus- ja vaheldustaimed kasvavad kooli ümbruses? Missugused on nende eristavad tunnused? Mäherdused taimestud leiduvad kooli ümbruses?

2. Pane tähele, missugused ja kus esinevad rööve-, kasutus- ja kultuurmaistud. Kirjelda nende olulisi tunnuseid.

3. Näita kaardilt kõik taimestute vööd.

4. Kus leiame igihaljaid vihmametsi? vihmahaljaid metsi, mangroovi- ja galeriimetsi?

5. Näita kaardil, kus esinevad kõrved ja soolastepid.

Loomastik.

Liikumisvõimaluse tõttu on loomad vähem rippuvad kohalikkudest oludest kui taimed. Pealegi on loomadel ka kohanemine kliimaliste tingimuste vastu 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 j. t.) või suveuinakule (krokodill) või otsivad uue soodsama t^o elupaiga (rändlinnud).

Suurem tähtsus on loomadele taimkattel, sest otsekohe või kaudselt on loomad ikka taimkattega kui toidullikaga seotud. Taimkatte kaudu annavad end tunda loomade peale 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 troopikavöös, loomariik arvurikkam kui polaarvöös, kus ka taimkate kidur. Maismaa loomade juures etendab elukoha valikul just juhtivat osa toitmine ja kaitse, ja toitmise suhtes on suurem osa loomi (kunni 90%) taimtoitlased ja ainult väike osa liha-

toitlased. Samati kaitseks on loomad katsunud kohaneda ümbrusele (mimikria), kasutades eestkätt taimkatte värvide ja varjude vaherkordi (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 toitmisvõimaluste peale, pole ometi nii väga rikkad loomadest. Põhjuseks on see asjaolu, et metsa tihe-
 dus takistab liikumist. Sellepärast pole metsade loomad ka kunagi head jooksjad. Harilikult hoiavad loomad eemale metsasügavusest, tarvitades seda ainult öösiti kaitse mõttes, ning ilmudes hom-
 mikul sealt metsa veerele.

Troopika-, igi- ja vihmahaljastes metsades leiame pühvleid, elevant, taapireid, metssigu, antiloope, leopardi, tiigreid, lõvisid j. t. loomi. Samati on ahvid troopika metsades harilikud. Inim-
 ahvidest on gibbon ja orang-utan puu otsas, kuna gorilla ja shimpanse rohkem maas asuvad. Vastavalt nende eluviisidele on kohanenud ka orgaanid, 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 j. t. Samati on ka mitmesugused poolahvid troopika metsadele väga iseloomulised. Troopika metsade asunikudena on eriti silmapaistvad veel sipelgakar ja L.-Ameerikas laiskelajas, kes on hästi kohanenud puu otsas elamiseks. Troopika metsade jõgedest leiame jõehobuseid ning lehma ja mitmesuguseid roomajaid (krokodillid, alligaatorid j. t.). Lindudest on silmapaistvamad värvirikkad papagoid, kolibriid ja kivi.

Palju vaesem on juba lähistroopiliste nahkleheliste metsade loomastik. Siin märkame üleminekut kuuma-niiske kliimalistest aladest jahedamatele vahevöö aladele. Selle vöö troopikapoolsel piiril on veel leida jaaguar, lõvi ja teised troopikavöö loomad, aga kui vahevöö poole minna, siis kaovad nad ja esinevad mitmed vahevöö metsade loomad, nagu jänesed, oravad, rebased j. t. Erilist tähelepanu äratavad Vahemere alal ainult linnud, mis hulgaviisi kevadeti ja sügiseti siit läbi lendavad.

Vahevöö 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 vöö metsadele on iseloomulised karud, hundid, hirved, põdrad, jänessed, rebased, oravad j. t. Lõuna poolt on siia vöösse tunginud veel pesukaru ja kukkurott P.-Ameerikas. Lindudest on vahevöö metsad peaaesjalikult suviti rikkad.

Lagendikud on palju ühetaolisemad toidu leidmise võimaluste poolest. Samati on siin ka kliimaliste kontrastide mõju teravam kui metsas. Need ja paljud teised põhjused on jätnud lagendiku loomade peale oma pitseri. Lagendiku loomad on kiirejalgsed, koonduvad kergesti karjadesse, et endid paremini kaitsta pealetungijate vastu. Lagendiku loomadest oleksid nimetada: kaelkirjakud, antiloobid, gasellid, ninasarvikud, seebrad, elevandid, pühvlid, kaamelid, kängrud, mitmesugused närijad. Kiskjatest paistavad silma hääänid, hundid, lõvid j. t. Lindudest on lagendikkudele 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 katshkar, moschushärg, Abessiinias kudu-antiloobid, kaljukitsed ja mõned ahvid, kellele elamisala ulatub kunni 4000 m. Kilimandshaarol' elavad isegi lõvid ja leopardid kunni 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 tshintshilja (villhiir), kelle nahad väga kõrgesti hinnatud.

Mere loomastik on arvuliselt palju rikkam mandri loomastikust. Mitmesugused elutingimused, nagu soolasus, valgustus, veesügavus jne., lubavad mereloomastikku liigitada järgmiselt: Rannaloomastik ulatub kunni 300—400 m, ulgumere loomastik kunni 1500 m ja süvamere loomastik 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 suurematele loomadele.

Nabamaade laialdased karedate talvedega alad nõuavad oma

elanikkudelt suurt kohanemist karedale kliimale ja puudulik-
kudele toitmisoludele. Paks vill või suled, samati ka rasvakiht
naha all peavad kaitsma loomi karedate külmade eest ja vähe-
nõudlikkus ja leplikkus ka kõige puudulikuma toidu vastu nälja
eest. Kaitse sihis on karva muutmine siin eriti silmapaistev.
Valgele lumevaibale vastavalt ilmub ka loomadel valge karv ja
suvistele monotoonsetele tumedatele tundra värvidele — pruuni-
kas värv. Nabavöö loomadest on nimetamisväärt jääkaru, kelle
elamisala ulatub pooluseni, jäärebäne, suvel tumeda, talvel heleda
karvaga, jääjänased, jäähundid, moschushärjad, põhjapõdrad,
valaskalad, hülged j. t.

Kodustatud taimed ja loomad.

Kodutaimed. Inimese toiduks ja majanduslisteks nõueteks
on suur tähtsus taimedel ja loomadel. Eestkätt peab siin just taimi
nimetama. Neist ei saa meie mitte ainult suuremat osa oma
toidust, vaid ka vajalikke ehituse-, põletuse- ja tarbepuid ning
maitseaineid. On täiesti arusaadav, et taimede ratsionaalses kasu-
tamises 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. Selle
pikaajalise hoolitsemise tõttu on kujunenud meil hulk kultuur-
taimi. Nähtavasti on inimene mitmel kohal maakeral taimede
kodustamisega algust teinud. Nii arvatakse 1) Iraani kiltmaad —
nisu, odra, lina, 2) Kaukasuse ja L.-Venemaa alasid — rukki,
kaera ja viinamarja, 3) Himaalaja idanõlvu ja Mongooliat — riisi
ja hirsi, 4) Himaalaja lõunanõlvu ja Indiat — banaani, oraanzi
ja suhkruroo, 5) Mexiko kiltmaad — maisi, ubade ja agaavide,
6) L.-Ameerika kiltmaid — kartuli ning 7) P.-Aafrikat, Abes-
siiniat ja Sudaani — durra, kurkide ja meloonide kodupaigaks.
Neilt aladelt on kultuurtaimed üle terve maakera laiale lagunenud,
kohanedes sealjuures uuele kodule.

Kultuurtaimede levimisele on eriti viimase aja arenenud liiki-
mine kaasa aidanud. Vana Ilm on saatnud Uude Ilma, eriti
Austraaliasse, väga palju omist kultuurtaimist. Ameerika on sellele

vastu annud ka palju üliväärtuslisi ja kasulikke taimi, milledest olgu nimetatud ainult kartul, mais, kakao ja tubakas. Austraalia on kultuurtaimede poolst 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, tärglise, piirituse jne. valmistamiseks kõlbavad. Kõige kaugemale põhja ja lõuna poole tungib oder. Odrapiir ulatub põhja poole Kanaadas ja Ida-Siberis 50° p. l., Norras aga kunni 70. laiusesihini. Patagoonias asub ta 40. ja 45. lõunalaiuse-kraadi vahel. Kaugemale sellest piirist tuleb teraviljade kasvamine veel ainult koduaedades ette. Nendest piiridest seespool leiame teiste kultuurtaimede piire. Mõni kraad lõuna (põhja) poole võib juba rukis ja kaer kasvada. Nisu ulatub kunni 64° p. l. ja mais 50° p. l. 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 kunni 4100 m kõrguseni.

Samus piires, kus kasvab teravili, valmib ka kartul, mis mitte tähtis ainult toiduainena pole, vaid ka ültarviline tehniline aine on. Kõrvu kartuliga kasvavad siin ka mitmed juurviljad (kaalid, nairid, kapsad jne.). Tööstuslistest taimedest kasvab ka lina kaunis kaugele põhja poole, armastades enam niisket, sademerohket kliimat. Lina kõrval on tööstuslise tähtsusega kanep ja lõuna pool dshuut (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-, piri- ja ploomi-puud sama kaugel põhja pool kui tammgi. Nii Norras 64° p. l. (Trondhjem), Rootsisis 61° p. l., Eestis kunni 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, apelsiinide — kodu on L.- ja Ida-Aasia ja on alles araablaste kaudu (X a. s.) Vahe-mere mail kui kasutustaimed tuttavaks saanud. Nende põhja-poolseks 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. Samati kasvavad siin viigipuud, granaatõunad, mandlid ja kõrvesas datlipalmid, saago- ja kookuspalmid, agaavid, kakaopuu ning juurviljad: maniok, bataadid j. t. Vahemere mail, eriti Pürenei poolsaarel, on tarvilise toiduainena kasutatavad kaunviljad — hernerid, harilikud ja türgi oad, läätsed j. t. Kuid nende kasvatamine tungib kaugemale 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 kaugemale 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 senni veel ühegi kodulooma jäänuseid leitud, kuna noorema kiviaja leiud („kõögijäänuste hunnikud“) neid sisaldavad. Vana kiviaja leiud tunnistavad ainult, et sel ajal inimene üksnes kütis 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 kodustunud ka kass, eesel, kaamel, sebu, tui, kana ja siidiliblikas. Ajaloolisel ajal vanal ajal näivad kodustatud olevat pühvel, hani, part, faasan, mesilane ja pärlikana, samati ka põhjapõder, jakk, laama, alpaka (peenevillaline kaamellammas) ja luik, olgugi et nende kodustamise aega võimatu on täpsalt määrata.

Uuel ajal on selles sihis vähe tagajärgi saavutatud ja on suudetud kodustada ainult jaanalindu, kõshenillitaid j. m. teist.

Nagu näeme, pole kodustatud loomade arv mitte suur. Neid on ainult 10—15 perekonnast, kuna taimede hulk võrratu 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 omapärase kultuurmaistute loomastikku. 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 maa-aladelt, keda inimene kaitses mitmesuguste korralduste abil (merelinnud Filsandil).

Inimene.

Nüüdisaja tähtsamaks maastikuliseks teguriks on inimene, kelle mõju küünib üle terve maakera. Inimene muudab puutumatud laasmaistud kultuurmaistuiks, tema hoolitsusel ilmuvad tühjade, taimestikuta liivakõrbede asemele metsad, põllud, asulad ja tihe liikimisteede võrk. Sood ja järved kuivatatakse, jõgede voolule antakse teine siht ning merelt võidetakse maa-alad. Kõigi seesuguste muudatuste tagajärjel muutub ka ilmastik ja lõpuks elus loodus. Kultuuri kasvamisega ja tehniliste võtete arenemisega aina kasvab inimese mõju maastikus.

I n i m k o n n a v a n u s. Esimese inimese ilmumine kaob kaugele eelajaloolisesse minevikku ja täpsalt inimkonna vanust ära määrata on võimatu. Võib arvata ainult seda, et maakera siis 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 Neandri orus Düsseldorfis ja Elberfeldi vahel ja Cro-Magnonis Dordogne'i orus. Kõik need leiud tunnistavad, et inimene sel ajal juba üle terve maakera on levinud ning pealtvaatajaks on olnud jääajale, mille jaheda kliima eest ta varju otsis lõuna pool 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 arenemistmest peale algame meie inimest kui seesugust lugema.

Diluviaalse inimese esimest kultuuriastet tähendame vanema kiviajaga (paleoliitiline aeg). 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*), ninasarviku (*Rhinoceros Merckii*), koopakarude ja lõvide jahist. Karjakasvatust ega põlluharimist ta veel ei tunnud. Jää-aja ilmumisel õppis diluviaalne inimene end katma ka nahkadega.

Vanemale kiviajale järgneb uus 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 korruga ei avaldunud, vaid, olenedes mitmesuguseist oludest, kestsid ning ilmusid eri-maaladel ka eri-aegadel, ja 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 tolle-aegset elu. Samati olid juba kujunenud ka kunstlikud elamud, esialgu küll vaiadele vete kohta (vaia-ehitused), et paremini kaitstud olla kiskjate metsloomade eest. Just jõgedest ja järvedest on leitud palju „kõõgijäänuseid“ (kjökkenmöddinger). Leidude järele võib otsustada, et uuema kiviaja inimene polnud mitte ainult kalastaja ja kütt, vaid ka karjastaja ja põlluharija. Neoliitilise inimese mälestusemärkidena esinevad ka määratu suured hauaehitused (dolmenid j. t.). Kodumaa leiud (Võisikus — Kolga-Jaanis; Kundas; Pärnu jões — Reiu jõe suubumiskohal, Kõljalas — Saaremaal j. m.) kuuluvad nooremasse kiviaega.

Uuemale kiviajale järgneb pronksiaeg, lühikese vasest valmistamise ülemineku-aja järele. Pronksist valmistatud tööriistad olid juba palju soodsamad ja lubasid tolle-aegsele 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 savitahvlikesi 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 erinemise 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 raassideks. Tõugude tekkimise põhjustena nimetame 1) välist miliööd, kuhu kuuluvad

geograafilised tegurid (maapinna ehitus, asend, kliima jne.) ja ajaloolised (kultuuriline mõju, liikimine jne.), ning 2) sisemist miliööd, mis avaldub vaimlises andekuses.

Et pealuu suurusel ja kujul suur mõju on inimese arenemise peale, siis on seda rahvaste liigestusel ka aluseks katsutud võtta. Pealuu ruumalast, mis kõigub normaalnimese juures laialdastes piirides (1000—2000 sm³), me siin kõnelema ei hakka, vaid enam kujust, mille peatunnusteks on pealuu piki- ja põigiläbimõõt. Pealud mõõtes otsa eest kukla taha mööda rõhtjoont saadakse piki-läbimõõt. Põigi-läbimõõt võetakse kõige laiemast kohast esimesele joonele risti ja avaldatakse ‰‰ piki-läbimõödust. Nii saadakse laiuse näitaja (indeks). Inimesed, kelle pealuu laiuse näitaja kõigub 74 ja 78 vahel (74‰—78‰ piki-läbimõödust), on keskpealised (mesokefaalid); on laiuse näitaja 58—74, siis saame pikapealise (dolihokefaalse) inimese ja suurema näitaja (78—98) korral lühipealise (brahükefaalse) inimese.

Teiseks tähtsamaks tõutunnuseks loetakse nahavärvi. Selle järgi saame järgmised rahvaste tõud:

1. Kaukasuse ehk vahemaa tõug, mis Vahemere läheduses üle kolme ilmajao on levinud ja millesse kuulub umbes 850 milj. inim. Aasias on semiidid ja Ees-India aaria rahvad, Aafrikas — hamiidid ning Euroopas — indogermaanlased. Euroopas asuvaist rahvastest eritame 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 laineliste juuste ja kõrge kasvuga; 3) Ida-Euroopa alamtõug, mustajuukseline ja tumedasilmaline segatõug. Põhja-Euroopa alamtõus on tähelepandavad kaks tüüpi: heledajuukseline pikapealine ja pikakasvuline tüüp — põhjamaa rahvad (inglased, norralased, daanlased, rootslased, soomlased, eestlased jne.) ja lühipealine lühemakasvuline Ida-Euroopa tüüp (leedulased, valgevenelased j. t.).

2. Mongooli ehk turaani tõugu kuulub umbes 500 milj. inimest, kes peajasjalikult Aasiat rahvastavad. Selle tõu tunnuseks on toodud kõrgeid põsenukke, kitsaid ja viltuseid silmi, hõredat habemekasvu, kollakat nahavärvi ja tumedaid

juukseid. Selles tõus leiame mõned erinevad tüübid, nagu hiina tüüp — pikapealine ja karedajuukseline, kuhu kuuluvad hiinlased, jaapanlased ja korealased; türgi tüüp — lühipealine ja kaukasuse tõust segatud, elab Kesk-Aasias; päris mongooli tüüp — ülilühipealised ja kitsaste silmadega rahvad põhjapoolses Aasias (kalmükid, burjaadid j. t.). Omal ajal on mongooli tõugu loetud ka soome sugu rahvaid ning veel praegu teevad seda mitmed teadusemehed, kuid teiselt poolt on esitatud ka teistsugust jaotust, nagu siin toodud.

3. Neegritõug (125 milj.) võtab oma alla peaaegu terve Aafrika, kus ainult põhja- ja lõunaosas esinevad veel teised rahvad. Neegritõugu rahvad on pikapealised, keskmise kasvuga, musta nahaga, tugevate lõualuude ja paksude huultega.

4. Paapua-melaneesia tõugu kuuluvad pikapealised, tumedanahalised ja väga lahkumineva kasvuga rahvad Uus-Guineas, Melaneesias ja Mikroneesias.

5. Ameerika tõugu (37 milj.) rahvad on punaka kunni punakaspruuni nahaga, mustade juuste ja suure kasvuga; pealuu kuju vaheldub ülipika- ja ülilühipealiste vahel. Nad levivad üle terve Ameerika, alates põhjanaba joonest.

6. Austraalia tõug asub Austraalia mandril ja varemini ka Tasmaanias, kust ta nüüd välja surnud. Need on pruuninahalised ja pikapealised, alles madalal arenemisastmel seisvad rahvad.

7. Draviidi tõug (65 milj.) Dekanis ja Seilonil. Nad on väikese kasvu, mustade juuste ja tumeda nahaga.

8. Aafrika algtõug, kuhu loetakse hottentotte ja võsamehi L.-Aafrikas. Kääbuskasvuga (130—150 sm) ja pikapealised ning väga madalal kultuuriastmel seisvad rahvad.

Kõrvu 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 j. t., 2) kes kõnelevad liitvaid (agglutineerivaid) keeli, nagu eestlased, soomlased, madjarlased, türklased jne.; 3) polüsünteesilisi keeli kõnelevad rahvad: draviidid, austraallased j. t.; 4) taibtüvelisi keeli kõnelevad rahvad, nagu inglased, sakslased, vanad roomlased, greeklased jne.

Elamisala.

Laiali lagunenud pea üle terve maakera, on inimene vallanud laialdase elamisala (oikumeeni). Vanad greeklased, kes maakera jaotasid rahvastatud ja rahvastamata osadesse, tähendasid nimetusega „oikuméne“ 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 liikimisväli ning alaline inimeste hulk merel pole mitte väike.

Ühes kultuuri kasvamisega laieneb ka elamisala ja leidusteajast 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 külmased, pole võimatu inimese asumine ka nabadele ja kõrgmägedele. Viimasel kohal on takistuseks peale madala t^o ka õhu hõredus ja hapniku vähesus, kuid ka sellele takistusele võib inimene kohaneda. Ainsaks takistuseks on toitealade puudus neil aladel.

Elamisala põhjapoolne piir läheb mööda 70° p. l. üle P.-Ameerika saarte, pöörab 90° l. p. all järsku veel enam põhja poole ja piirab Baffinimaad ja Gröönimaad kunni 78° p. l. Viimase läänerrannikut kaudu kaldub ta uuesti lõunasse ja läheb põhja poolt Islandi saart, Skandinaavia poolsaart Vaigatshi väina kaudu Aiasse, eraldades seal väljapoole Taimõri poolsaare põhjaosa ja Uus-Siberi saari.

Lõunapoolne piir läheb L.-Ameerikas 56° l. l., piirab Austraaliat, Tasmaaniat ja Uus-Meremaad ning ulatub Vaikses ookeanis kunni 36° l. l. Kõrguste suhtes ulatuvad inimese elatud kunni 5000 m ü. m. p. (Tiibetis). Seespool elamisala piiri leiame siiski ka kohti, mida inimene veel pole asundanud, nagu kõrved, sood, kõrgmäed jne. Peatahistuseks on siin toiteala puudus.

Inimeste arv ja rahvastiku tihedus. Inimeste arv ulatub maakeral praegu umbes 1600 miljonini. Täpsat arvu

on muidugi võimatu kätte saada, sest poolkultuuriliste ja loodusrahvaste juures puudub üldine rahvaste lugemine, mis ainult Euroopas perioodiliselt kordub. Üksikutes ilmajagudes elab järgmiselt inimesi:

Euroopas	460 milj. inim.;	1 km ² peale tuleb	46 in.
Aasias	890 " "	1 " " "	20 "
Aafrikas	135 " "	1 " " "	4,5 "
Ameerikas	190 " "	1 " " "	4,5 "
Austraalias ühes Okeaniaga	8 " "	1 " " "	1 "
Nabamaades	0,015 " "	— " " "	— "

Elanikkude arvul on suur tähtsus teatava maa-ala kultuurilise arenemise kohta. Eriti on tarviline suur rahvastiku tihedus, mis tingib hoogsama majanduslise ja ka vaimlise arenemise. Selgemini paistab see silma, võrreldes üksikute Euroopa riikide rahvastiku tihedust.

Üksikutel maa-aladel, kus rahvastiku tihedus suurem kui elatusvõimalused, kujuneb elanikkude rändamine teise paika, kus soodsamad ja avaramad tegevusvõimalused. Sünnib see rändamine ja elukoha vahetamine teatava riigi piirides — siserändamine, siis ei kaota riik tööjõu ega ka muus mõttes. Siin sünnib ainult vajaline elanikkude ümberrühmitus tööstusliselt arenenud ja arenemata alade vahel.

Hoopis vastupidine on väljarändamine, mis riigi piiridest 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 hulga 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 liigestatakse 1) loodus- ja 2) kunstelamuteks. Esimeste valmistamisest pole selles elamus varju otsiv inimene ise mitte osa võtnud, vaid ta kasutab looduse poolt valmistatud ruume. Varem ail ajal oli looduselamute tarvitamine üldine, nüüd teevad seda ainult [kultuuriliselt] mahajäänud kütt- ja karjakasvatajad rahvad. Looduselamute mõttes kasutatakse 1) varjukaljusid, s. o. üleulatuvaid kaljuservi; 2) koopaid (vanal kiviajal); 3) kaljupraagusid ja tihedaid põõsaid (võsamehed).

Kunstelamutena ilmuvad 1) maaelamud, mis kaevatud maa sisse (Hiinas lössis); 2) telgid, kolijatel rahvastel; 3) tuulevarjud — maasse torgatud 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 poolkeraonnid (Kongo jõe ääres), poolekslõigatud tundritaolised 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 poolviilkatusega tared, kivist ehitatud elamud jne.

Elamute juures olevat muust maa-alast aia, müüri või teisel teel eraldatud maatükikest kutsume õueks. Tavalisemal juhuseil 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 (ringõuesüsteem). Õuevorm võib olla siin ükskõik missugune. Keskoõue 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 — tagaõu. Vastandjuhusel, kui õu on vastu teed ja elamu seda teiselt poolt piirab, saame eesõue. Kaksikõue puhul eraldab elamu õue kaheks osaks, olgu taga-, ees- või otsõueks. Villade, suvilate jne. juures täidab õue aset tihti rohtaed — aedõu. Õuesüsteemidel on maastiku pildis suur tähtsus, sest igatüüpi neist toob sinna omapärased jooned ja erineva ilme.

Asulad. Elamud ja õued on maastikus põhivormid.

Ühinevad aga elamu ja õuedega veel põllud ja muud kasutus-
alad, siis kujuneb asula, kui rühmvorm. Nii võib ka üksik
elamu ühenduses kasutus-alaga moodustada asula. Asub elamu
teistest eemal, kesk metsi, soid jne., siis on see erak-elamu.
Kuid harilikult koonduvad elamud rühmadeks — küladeks
ja linnadeks. Linn erineb külast suurema elanikkude hulgaga,
mitmesuguste asutuste, avalikkude platside ja eestkätt just ise-
äralise sisemise korraldusega — omavalitsusega.

Elamute asendi järele liigituvad külad: 1) üksielamute
küla, kui elamud asuvad teataval maa-alal laiali pillatud, kuid
siiski niivõrd tihedalt, et neid ühiseks rühmaks, asulaks, võib
lugeda. Kodumaal leiame õige sageli sääraseid külasid. Nad
on meil peaaegu valdavas enamuses. Kuid ka 2) sumbkülad,
kus elamud ja õued ilma kindla korrata, kõverate tänavate ja
teede ääres tihedalt koos, pole meil haruldased. Haruldased
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.
Samati harva esinevad meil ka 4) tänavkülad. Tänavkülas
on elamud valdavamalt tagaõue-süsteemiga, asetatud otse kahele
poole tänava veerele, üksteisele vastamisi. Venemaal on see
külade vorm kõige sagedam, meil ainult siin-seal (Vääna 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 on elamud asetatud
tee äärt mööda, kuid mitte vastastikku ja tihedalt. Elamute vahel
võivad olla aiad ja põllud.

Linnad erinevad küladest, nagu teame, ka suurusega. Linnu,
mille elanikkude hulk ulatub 20 000 in., loeme väikelin-
nadeks; 20 000—100 000 in. linnad on kesklinnad ja kunni
1000 000 elan. — suurlinnad ning üle miljoni elanikuga linnad
hiiglalinnad.

Elamute asetuse järgi on linnad enamasti sumblinnad.
Ainult uuema aja linnad on planeeritud malelaua-taoliselt,
kus tänavad kõrvu lähevad või risti lõikuvad. Kodumaal on
säärase plaani järele ehitatud Paltiski linn. Välismaal, nimelt

Ameerikas, tuleb malelaudjaid linnu väga sageli ette. Neis linnades saavutatakse sel põhjusel kergemad ja kiiremad liikumisvõimalused ja paremad tervishoiulised tingimused.

Vanad sumblinnad on kasvanud harilikult endise kindlustuse ümber, mis südalinna (city) moodustab. Südalinna koondub ärieline elu, kuna perekondlik ja isiklik elu valgub enam linna veere poole. Mida paremad on neis linnades liikumisvõimalused, seda kergemini laguneb ka linn pinnaliselt laiemale, kusjuures südalinna kaju ka liikumise suuruselt ja elavusest oleneb ja sellele vastavalt muutub.

Asulate kaju ja levimise peale avaldavad suurelt mõju mitmesugused maastikulised ja majanduslised tingimused. Maapinna kaju, jõgede koos, mäed, orud, merede lähedus, tööstuseks tarvisminevate tootesainete rohkus, poliitilised olud jne. — kõik mõjuvad kaasa asulate tihedusele, suuruselt ja arenemisele ning kujule.

Liikimisteed. Kultuurielu avaldusena esinevad ka liikimisteed, ja mida kõrgem on rahvastiku kultuuriline seis, seda paremini on korraldatud ka liikimisolud. Kaavad looduslised teed — jalgraad, ratsateed ja loomulikud ratasteed, asemele tulevad kunstteed.

Kunstteede korrashoidmine tarvitab enam ehk 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 liikimisteedeks on maanteed — kiriku- ja postmaanteed, mis peene kruusaga, liivaga või kivi puruga sillutatud, ja kivitheed, mis kividega (linnatänavad) või kiviprügiga kivitatud. Eriliselt suure tähtsuse omandab maisteede hulgas aga raudtee, kui kiirem võimalus liikimiseks maismaal.

Loomulikkudeks vesiteedeks olid muidugi jõed, järved ja mered. Samad vesiteed esinevad ka kunstlikkudena, kui nende juures on tehtud mitmesuguseid parandusi, nagu jõevoolu koost reguleeritud, jõgesid süvendatud, kanaleid kaevatud, sadamaid ja valgmaid ehitatud, kaitstud jne.

Kunstlikkude teede valmistamist tuleb lugeda ülitähtsaks teguriks rahvaste kultuurilises arenemises. Esimesed kunstteed

tekkisid Baabülonis, Egiptuses ja Hiinas väga ammu. Viimases riigis tuntud „Keisrikanal“ oli vanal ajal juba väga tähtsaks kauplemisteeks. Watt'i ja Stephenson'i leidused avaldasid hiiglamõju liikimiskorralduse peale. Üheksakümne aasta jooksul, mis möödunud esimese raudtee ehitamisest, on tihe raudteede võrk põiminud kõiki kultuuririike. Esimene raudtee ehitati Inglismaal Liverpool'i ja Manchester'i vahel 1830. a., esimene raudtee Eestis 1868. a. 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, Firth of Forth). Üldine raudteede pikkus oli 1916. a. üle $1\frac{1}{4}$ 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. Raudteede kõrval on tähtsaks ühenduse hoidjaks ka aurulaevad, millede kiirus kaubalaevadel kunni 25 sõlme, sõjalaevadel isegi kunni 35 sõlme tunnis küünib. Nende moodsate liikimisvõimaluste juures, milledele veel juurde tuleb ikka enam ja enam tähelepanu äratav õhulaevandus, on kauguse vahed ajas väga tugevasti lühenenud. Magalhaes 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.

Post, telegraaf ja telefon ilmuvad side-abinõudena kultuuri-ilmas ja nende mõju tööstuslise ja majanduslise arenemise peale on vääramatu.

Üldine postiühing avati 1874. a. Bernis. Siis kuulus sellesse ühendusesse 33 milj. km² umbes 330 milj. elanikku ja 75.000 postiasutust, mis 1330 milj. kirja ja 94 milj. pakki saatsid. Praegu võtab ta oma alla aga juoa 127 milj. km² 1560 milj. elanikuga umbes 300.000 postiasutusega, saates igapäev umbes 100 milj. saadetust.

Telegraafiliini pikkus ulatub praegu üle 2 milj. km, millest umbes $\frac{1}{2}$ milj. km merealust kaabelit. Sädetelegraaf laiendab veel ühendusevõimalusi, samati ka telefon.

Liikimisteed ei esine mitte ainult kultuurilise ühenduse ja

läbikäimise abinõuna, vaid ilmuvad ka maastikku muutvate ja teisendavate teguritena. Raudtee tume pael, varustatud ridastatud telegraafipostide ja traadivõrguga, toob maastikku juba ainult oma olemasoluga teise joone, kui oli varemini. Sama lugu on ka teiste liikimisteedega. Ent 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 liikimisteede võrk, seda suuremat elavust avaldab ka maastik.

Ülesanded: 1. Märgi üles, mis tunnused avaldavad esimeste inimeste ilmumist kodunurka.

2. Joonista, missugused elamud leiduvad kodunurgas. Nende ehitusviis ja materjal, katuse kuju ja materjal.

3. Joonista üles õuede vorm ja hoonete asetus seal.

4. Kuidas asetsevad elamud küldes?

5. Võrdle elu südalinnas ja veere pool. Missugused majad esinevad südalinnas (materjal, ehitusviis, suurus jne.)?

6. Võrdle liikumist peatänaval ja veerel? Selleks loe teatud aja jooksul tänaval liikuvad inimesed ja sõiduriistad ära.

7. Missugused tööstuslikud ettevõtted esinevad kodukohas?

8. Kirjelda, missugused liikimisteed leiduvad kodukohas.

Riik.

Riigi mõiste ja tunnused. Riik on inimeste kaalus teatud piiratud maa-alal, kus korraldatud valitsus. Riik seisab koos kahest lahutamata osisest — rahvast ja maapinnast. Inimesteta maa-ala, samuti ka maa-alata rahvas, ei saa riiki moodustada (mustlased ja juudid). Riik on osa inimkonnast ja maakera pinnast. Riigi tunnused on välised ja sisemised. Riigi välistunnuste all mõistame riigi asendit, piire, kuju ja suurst. Sisetunnused rühmitame looduslisteks (maapind, kliima jne.), rahvalisteks ja majanduslisteks.

Riigi välised tunnused.

Asend. Riigi geograafiline asend etendab riigi arenemises ülisuurt osa, sest sellest olenevad eestkätt kliimalised tingi-

mused. 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 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.

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 seal vaenulised riigi moodustamisele ja arenemisele. Pealegi valitsevad neil aladel suurelt osalt kõrved. Peaasjalikult esinevad siin parasvöö riikide kasutusalad. Üksikud siin tekkinud riigid, nagu Peru, Chiile, Mexiko j. t., avaldavad elujõudu selle tõttu, et kuumade vööde halvad mõjud vähenevad mitmesuguste teiste tingimuste õul (kõrgus üle merepinna, tuuled jne.).

Soodsaid võimalusi riikidele arenemiseks pakub parasvöö, kuhu ka suurem osa riike koondunud. Siin esineb, peale kliimaliste olude, veel maapäue varanduste rikkus, mida kuumas vöös on napilt või mis hoopis puudub.

Geograafilise laiuse kõrval on asendis hindamises ülitähtis veel mere lähedus. Meri pakub suuri liikimisvõimalusi 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, 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, Tshehoslovakkia, Schveits j. t. Kuid enamuses on vahepealsed riigid — rannikuriigid, milledest ühel või teisel on tugevam või nõrgem mandriline või mereline ilme. Selleks tunnuseks on suhe maismaa ja merepiiri 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. Greeka, kus merepiir 13 korda, Norra ja

Daani, 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.

Ka poliitiline asend on riikidele tähtis. Naaberriigid avaldavad üksteise peale ikka rõhumist, ja mida suurem ning tugevam on üksik riik, seda tugevamini rõhub ta ka teiste riikide peale.

Piirid. Piirid riikide vahel võivad olla kas kunstlikud või looduslikud. Kunstlikud piirid on kokkuleppe piirid. Tihti on nad ajalooliselt kujunenud ja selle tõttu ka väga liigestatud, mis kaitse mõttes ebasoodus. Maapinnal on piirid harilikult sihtide, piirisammaste ja kividega märgitud. Kunstlikud piirid võivad minna ka mööda mõnda matemaatilist joont (matemaatiline piir), nagu seda leiame Kanaada ja P.-Am. Ühend. riikide vahel. Siin läheb piir, alates Woods'i järvest 2000 km pikkuselt mööda 49. laiuseni kuni Venkuuveri laheni. Samasugused matemaatilised piirid on ka P.-Am. Ühend. riikide osariikide vahel.

Loomulikkudeks piirideks on harilikult mitmesugused pinna iseärasused (mäed, orud jne.), jõed, järved, sood jne. On loomulikud piirid raskesti ülepääsetavad, siis takistavad nad riigi laienemist teatavas sihis ja saavad sellega lõpupiiriks. Ka rahvuslisi piire tuleb lugeda loomulikkudeks piirideks. Loomulikud piirid ei esinda matemaatilist joont, vaid laiemat ala — piirivööd, mis kaht naaberriiki eraldab. Piirivöö võib olla kitsam või laiem ala. Eriti laiadena esinevad nad vähekultuuriliste rahvaste juures, nagu Hiina ja Korea vahel 50—100 km laiune kõnnumaistu, kus surmanuhtlusega on keelatud asuda. Merepiirid on alati piirivööd. Rahvastiku tihedusega kitsenevad piirivööd või muutuvad koguni kunstlikkudeks piirideks.

Piiride hindamine kaitse ja liikimise 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 suudaksid küllalt usaldatavat kaitset pakkuda. Isegi mitmekordsed kunstlikud abinõud vallide, kaevikute, müüride ja kindluste näol ei küüni selleks. Tõelise piirikaitse moodustab ainult riigi sisejõud ja tugevus.

Riikide pinnasuurus. Riikide pindala suurus on ajaloos vältusel allunud väga suurtele muudatustele. Riigid on kui elavad organismid, kes kasvavad ja jõudes oma suuruse ülem-

määrani, 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, Babüloonia j. t. Vana Ilma suured riigid, samati kui killustusid Napoleoni 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 suurel pindalaga riikide hulka. Ühes asumaadega kuuluvad sinna ka Suur-Britannia, Prantsuse, Belgia, Portugali, Hollandi ja Itaalia riik (v. tab.).

Suure pindalaga riigid.

S.-Britannia (ühes asum.)	32,0 milj. km ²
Venemaa (umb.)	20,0 „ „
Hiina	11,0 „ „
Prantsuse (ühes asum.)	11,0 „ „
P.-A. Ühend. riigid	10,0 „ „
Kanaada (Ingl. asum.)	9,7 „ „
Brasiilia	8,5 „ „
Austraal. Ühend. riigid (Ingl. asum.)	8,0 „ „
L.-Aafr. Ühend. riigid (Ingl. asum.)	3,1 „ „
Argentiina	2,9 „ „
Belgia (ühes asum.)	2,5 „ „
Portugal „ „	2,2 „ „
Holland „ „	2,0 „ „
Mexiko	2,0 „ „
Persia	1,6 „ „
Türgi	1,5 „ „
Kolumbia	1,2 „ „
Peru	1,1 „ „
Boliivia	1,1 „ „
Abessiinia	1,1 „ „

Teine tunnus, mille järele meie riikide suuruse üle võime otsustada, on rahvastiku suurus. Rahvastiku suurus on, isegi riigi tugevuse seisukohalt vaadatud, palju tähtsam kui

pindala suurus, sest just elanikkude hulgast oleneb ju majandusline ja sõjaline jõud riigis. Erilise tähtsuse omandab just rahvastiku tihedus, mis meile väga tähtsa mõõdupuu annab riigi tugevuse üle otsustamiseks, muidugi kui silmas peame ka pindala suurust ja rahvastiku kultuurilist seisu.

Rahvastiku suurus 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 siserändamine võivad loomulikku juurdekasvu vähendada või suurendada ja moodustavad niiviisi tõelise juurdekasvu. Loomulik kui ka tõelik juurdekasv on väga vahelduvad, oleneb 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 sündivus olnud 29 elanikku tuhande peale ja suri 20 in., mis keskmise juurdekasvu annab 9 in. tuhandele ($9^0/_{00}$). Välismaal 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. Ainult siserändamine on tõelist juurdekasvu siiski suurendanud.

Suurriik. Riikide pindala ja rahvastiku suurus on suurriigi tunnused. Ent need ei määra ainult suurriiki, ja peale nende kahe teguri on vaja veel hulka teisi, mis teevad riigi suurriigiks. Suurriik on tahte- ja jõuriik ja see nõuab peale eelmainitud tegurite teatavat kultuurilist seisuga ja kokku-

kõlaliselt korraldatud valitsust. Kaovad mõned neist tegureist, siis kaotab riik oma tähtsuse kui suurriik. 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.

Samati kui suurriigid, on ka kesk- ja väikeriigid oma olemasolus heidetud aja muutlikkudele vaheldustele, võivad kangeda või nigelamaks jääda.

Riigi sisemine ehitus.

Riik seisab koos maast ja rahvast. Sellele vastavalt peame riigi siseehituses tähele panema ka kaht külge: looduslist ja rahvalist.

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 maastiku piiridesse mahuksid, leiame vähe. Teatavil tingimusil võiksime 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 esinevad üksikud maastikud väga mitmel kujul. P.-A. Ühendatud riikides on nad kõrvu siilutaoliselt, alates idast rannatasandikule, Elligeenide, Mississipi madalikuga ja lõpetades läänes Kordiljeeridega. Saksamaa maastikud on asetatud astmeliselt (Alpid, L.-Saksa kiltmaa, P.-Saksa lausmaa), Hispaanias pärjataoliselt ümber kesk-kiltmaade jne.

Poliitiliselt on riikide liigestusel loomulikkudeks maastikkudeks suur tähtsus. Vahelduvad ja kaugele-erinevad looduslised tingimused, mis omased ühtlusetu riikidele, mõjuvad takistavalt liikimisele, elanikkude läbikäimisele ja ühtlaste püüete, traditsioonide, keele jne. tekkimisele. Selle tõttu on mitme-

maastikulises riigis lahkpüüded alati suured ja kalduvused üksikute maastikkude eraldumiseks võimalikud. Näitena võiksime võtta Vana Greeka ja Austria-Ungari riigi. Loodusliselt ühtlas-tes riikides puuduvad seesugused võimalused. Sellegi peale vaata-mata võivad ka loodusliselt ühtluseta riigid kujuneda suurriiki-deks (P.-A. Üh. riigid, Prantsuse jne. riigid), sest peale loodus-liste võivad olla veel teised tegurid, nagu majanduslised, rah-vuslised jne., mis neid erinevaid maastikke ometi ühiseks tüse-daks koguks seovad.

Rahvas. Nagu loodusliste olude kohaselt riikisid liigesta-sime, teeme seda ka rahvastikule vastavalt. Riigid, mille elani-kud kuuluvad ühte rahvusesse, on rahvuslised riigid, kuna riigid, mille piirides mitu rahvust elutseb, rahvuste-riigid on. Seesugused riigid, kus elanikud viimaseni kuuluksid ühte rahvusesse, puuduvad. Kuid rahvusliste riikide hulka loeme ka neid riike, kus kaugelt suurem enamus on ühest rahvusest. Nii oleksid Euroopas rahvuslised riigid Eesti, Norra, Rootsi, Daani, Soome, Portugal, Hollandi, Hispaania j. t. Kõigis neis on valitseva rahvuse arv üle 90 sajast. Rahvusteriikide hulka kuu-lus endine Austria-Ungari, Vene riik ning Schveitsi ja Belgia riik.

On täiesti mõistetav, et rahvuslised riigid palju suuremat sisemist kooshoidu sisaldavad kui rahvusteriigid. Rahvuslistes riikides ühtib riigi huvi ka rahvuse huvide ja püüetega, kuna rahvusteriikides võivad esikohale pääseda üksiku rahvuse hu-vid, mis hoopis vastukäivad teiste rahvuste huvidele, neid koguni riivavad ja halvavad. Sellepärast on rahvusteriikides lagune-mise ja üksikute rahvuste iseseisvaks saamise võimalused ole-mas. Eraldumispüüded on alles väikesed kultuuriliselt vähe are-nenud rahvuste juures. Ent mida kõrgemale kultuurilisele ast-mele jõuab keegi rahvus, seda teravamaks kujuneb tas ka rah-vusline tunne ja püüe omapärasele ning iseseisvale arenemis-teele sammuda. Rahvusteriike seob ja hoiab koos ikka mingi väline jõud, mille nõrgenemisele järgneb iseenesest üksikute rah-vuste erinemine. Selle tõttu leiame meie ka nii vähe rahvuste-riike — nad on kõik ülemineku-vormid, mis kaovad neid moo-dustavate rahvuste iseteadvuse kasvamisega.

Register.

Numbrid näitavad lehekülgi; sulgudesse on lisatud mõnele sõnale ligi seletus. Maadeteaduslistest nimedest on ainult mõned toodud ruumpuudusel.

- A**aafrika algtüüg 212.
 Aafrika suured järved 60.
 Aasta kesktemperat. 163.
 Aasta vihmad 187.
 Abajas (väike laht) 121.
 Ablatsioon 144.
 Abrasioon 137.
 Absoluutne kõrgus 86.
 Absoluutne niiskus 181.
 Adelsbergi koobas 97.
 Aeg (geol., parem: ajastik) 49.
 Aegkond (geol. eera) 49.
 Abelküla 216.
 Ahelmägestik 91.
 Ajajärk (geol., ka ajastu, periood) 49.
 Alalised elamud 215.
 Alamik 87.
 Alang 60.
 Alanguala 60.
 Aletschigletscher 144.
 Algjõed 153.
 Algjärved 153.
 „ kõrgmikud 153.
 „ madalikud 153.
 „ meridiaan 21.
 „ nõod 153.
 „ orud 153.
 „ rannikud 153.
 Allikad 98.
 kuumad, soojad, ter-
 vis- 100.
 Alluvium 52.
 Alpluustikud 146.
 Alusmaa ehk tuhkmaa 78.
 Aluspõhiehk tooresmaa 78.
 Ameerika tüüg 212.
 Antiklinaal 61.
 Antitsükloon 175.
 Archaikum 49.
 Aariidne erosiooniring 154.
 Aariidne kliima 192.
 Artois' kaevud 100.
 Aruküla koopad 97.
 Asend, riigi 219.
 Asimutaalsed projektsioo-
 nid 17.
 Aste (geol., parem: lade) 49.
 Asulad (inimeste asupaik,
 nagu küla, linn jne.)
 37, 215.
 Atlandi ookeani suurim
 sügavus 122.
 Atlandi ookeani vulkaani-
 line vöö 69.
 Atmosfäär 9.
 Atmosfääri kõrgus 155.
 Atollid 85.
 Atollrannik 135.
 Austraalia tüüg 212.
 Avalahed (lahed, mis me-
 relesuurelt avatud) 135.
 Avalohud (orud) 95.
Barhaanid 152.
 Barisfäär 41.
 Baromeetriline kõrgus-
 aste 171.
 Baromeetriline kraad (gra-
 dient) 176.
 Beaufort'i skaala 173.
 Bifurkatsioon (jõgede) 103.
 Biosfäär 9.
 Bonni projektsioon 33.
 Boora 178.
 Brahükefaalid 211.
 Brasilia hoovus 132.
 Briisid 177.
 Brooke'i lood 122.
 Buraan 178.
City 217.
 Creeks 105.
 Czuchov 44.
Deflatsioon 76, 151.
 De l'Isle'i projektsioon 33.
 Delta 104.
 Delta lausrannik 136.
 Denudatsioon 77.
 Depressioon 87.
 Devoon 53.
 Diluuvium 52.
 Diskordantne kihitus 58.
 Dislokatsioon 58, 59.
 Dolihokefaal 211.
 Doliinid 94, 118.
 Draviida tüüg 212.
 Drömlinid 93.
 Dshunglid 199.
Eesmaa gletscherid 146.
 Ekliptika 18.
 Eksogeensed jõud 54.
 Ekvaator 17.
 Ekvaatori pikkus ja pool-
 mõõtja 17.
 Ekvatoriaalsed hoovused
 132.
 Ekvatoriaalne kliima 192.
 Ekvatoriaals. projekts. 27.
 Ekvatoriaalsed vastuhoo-
 vused 133.
 Ekvidistantseid kaardid 28.
 Ekvivalentseid kaardid 28.
 Elamud (elumajad) 37, 215.
 Elamisala 213.
 Elukond 9, 195.
 Endogeensed jõud 54.
 Episenter 71.
 Erak-elamu (üksikult sei-
 sev elamu) 216.
 Erosioon 108.
 Erosioonibaas 110, 154.
 Erosiooniring ehk -sükl 154.
 Erosiooniringi katke 154.
 Erosioonmägestikud 91.

- Erosiooniorud 96.
 Eruptsioon 62.
 Euraasia 82.
 Everest 12, 16.
 Evorsioon (oherdamine) 110.
Fata Morgaana 194.
 Ferro 21.
 Firn 142.
 Firniala 144.
 Firnijää 142.
 Firnipiir 144.
 Fjördid 139.
 Fleksuur 60.
 Floriida hoovus 132.
 Foreli ja Rossi astrik 72.
 Formatsioon (geol., lade-
 destu) 49.
 Formatsiooni rühm (geol.,
 ladekond) 49.
 Fossiilid 48.
 Fumaroolid 67.
 Föön 178.
 Füsioloogiline kuivus 196.
Galeriimetsad 199.
 Geisirid 100.
 Geograafilised koordinaadid 17.
 Geoid 16.
 Geotermiline sügavusaste (gradient) 44.
 Glatsiaalne erosiooniring 154.
 Glatsiifluviaalsed pinnavormid 149.
 Gletscher 141.
 Gloobus 25.
 Golfihoovus 132.
 Graaben 60.
 Greenwich 21.
 Grööni hoovus 132.
 Grööni liustikud 146.
Haff 104.
 Halod 195.
 Haluteed (pakkudest tehtud teed) 217.
 Hammaada 151.
 Harmattan 151, 179.
 Hiiukirn (liustikuveskis oherdatud augud aluspinnas, tekivad ka vee pöörise mõjul) 149.
 Homogeens. vulkaanid 62.
 Horni hoovus 132.
 Horisont 11.
 Horisontaalsed projekt-sioonid 27.
 Horst 60
 Humiidne erosiooniring 154.
 Humiidne kliima 192.
 Hurrikaan 179.
 Häil (katlataoline iohk) 94.
 Härmatis 182.
 Hüdrofüüdid 196.
 Hüdrosfäär 9.
 Hüposenter 71.
 Hüpsograafiline kõver 83.
Ida-Euroopa alamtõug 211.
 Ida urked 49.
 Iga (geol.) 49.
 Igi- (alaline, põline).
 Igihaljad okasmetsad 200.
 Igilumi (kestev, alaline lumi) 140.
 Ilm 188.
 Ilmade ettekuulutamine 190.
 Ilmajaamad 188.
 Ilmakaarestik 172.
 Ilmakaart 188.
 Ilmandus (ilmade asjandus) 188.
 Ilmastik 188.
 Inimene (maastikulise tegurina) 208.
 Inimeste arv ja rahvastiku tihedus 213, asulad maastikus 214.
 Inimkonna liigestus 210, vanus 208.
 Interlatsiaalsed ajad 149.
 Isobaarid 171.
 Isohüpsid 37.
 Isoleistid 71.
 Isotermid 165.
Joad (veekukkumised jõgedes) 110.
 Joastik (rida üksteisele järgnevaid jugasid) 111.
 Joarüngas (kalju astang, millest langeb vesi alla) 111.
 Jordani org 60.
 Juhtkivind 48.
 Juura 61.
 Järgjõed, -järved, -vormid 153.
Järskrannik 139.
 Järved 112, allik-, erosiooni-, läbivoolu- 113, pais- 112, pera-, silmus-, sisselangu- 113, soola- 114, süvendis- 112, tektoonilised, vulkaanilised 113.
 Järvede kadumine 117, külmamine 115, põhjamuda 115, soostumine 117, veevärv 114.
 Jää-aeg 149.
 Jää erosiooniring 154.
 Jääkriimud (liustikust järele jäänud kriimud kaljul) 148.
 Jääkõrved 201.
 Jääliustikkude liigitus 146, praod 145, tegevus 146, toiteala 142.
 Jäämäed 125, -värv 126.
 Jää ookeanis 125.
 Jää vaheajad 149.
 Jääveermed 142.
 Jõeharu 104.
 Jõesäng 102.
 Jõe lehtersuu 104.
 Jõe lehtme jõgi 119.
 Jõeliiman 104.
 Jõelõugas 104.
 Jõestik 104.
 Jõesuu 104, siirdunud 104.
 Jõesäng 103.
 Jõe tegevus 107, voolu kiirus 107, voolenõva 107, alam-, kesk- ja ülemjooks 104.
 Jõgede bifurkatsioon, ka-
 henemine 103, madal-
 vesi 106, suurvesi 105,
 veehulk 105.
 Jõgi 102, lisa-, pea- 104,
 umb- 103.
 Jõgikond 104.
Kaart 26, topograafiline 34.
 Kaardi märgid 35, silmus 22, -võrk 22,
 Kaitsemetsad 142.
 Kaldeera 85.
 Kaldenurk 35, 39.
 Kalema 130.
 Kalevipoja künnivaod 149.
 Kalmid 174.
 Kaljuarud 201, -kõrved 201.

- Kaljupraod (elamud) 215.
 Kampod 199.
 Kangastus 194.
 Kanjoo 96.
 Kanti-Laplace'i teooria 46.
 Kapillaarlained 130.
 Karrid 119.
 Karstmäed 118.
 Karsti nähtused 94, 118.
 Kasikiaare j. (Casiquire) 103.
 Kaskaad 111.
 Kaste 182.
 Kasutusmaistu 198.
 Kata jõgi 120.
 Kaukasuse tõug 211.
 Kaunispea mäed 152.
 Kauss (lohkvorm) 94.
 Keemid (comes) 93.
 Keltsmaa (igijää-põhjaga maa) 79.
 Kembrium (kambrium) 53
 Keravälv 194.
 Keskaegkond (mesozoikum) 51.
 Keskkohaline proj. 29.
 Kesknik 87.
 Keskmeridiaan 22.
 Keskmägestik 87, 91.
 Keskpäälised (inim.) 211.
 Kesktasandik 89.
 Khamsin 151, 178.
 Kihilang 59, -ots 52, tüsedus (paksus) 58, 59, ulatus 59.
 Kihitus 58, põimjas, põiksihiline (diskordantne), rööpsihiline (konkordantne) 58.
 Kiht 59, lamav, lasuv 59, väljakiilunud 58.
 Kihtpilved 183.
 Kingud ja mäed 90.
 Kink (kõrgendik, mille kõrgus relatiivselt 10—25 m) 90.
 Kingustik 91.
 Kiudpilved 183.
 Kiudrõmpilved 183.
 Kivikond 9.
 Kivimered 77.
 Kivind 48.
 Kiviliiik 47, uhte-ehksette-, pursk- 48.
 Kivirusu 76.
 Kivistik 47.
 Kiviteed 217.
 Kjökkenmöddinger 210.
 Klibusavi (moorensavi, milles kivikillud) 150.
 Kliima 191, -kõikumised 193, -jahkmed 187, -vööd 18.
 Koduloomad 207.
 Kodustatud taimed 205.
 Kohalikud tuuled 178.
 Kolmnurgeldamine 14.
 Kompensatsioonised hoo- vused 133.
 Konkordantne kihitus 58.
 Konnumaistu 198.
 Konsekventsed vormid 153.
 Kooldus 60.
 Koonuselised proj. 32.
 Koopad 96, 215.
 Koos (suund, siht) 23 jm.
 Korallirahud (riffid) 85, -madalikud 85.
 Kord (geol., parem: lades- tik) 49.
 Kosk (madal koht jões, kus vesi kiirelt voolab) 111.
 Kraadimõõtmine 12.
 Kraater 63.
 Krakatau 64.
 Kriigid 105.
 Kuhjamine, lainete 128.
 Kuhjatus-muldikond 79, -tasandik 89.
 Kuivajõgi 119.
 Kuivkliima 193.
 Kuivustaimed 196.
 Kultuurmaistu 198.
 Kuppel 89.
 Kuristik 96.
 Kuro Shiivo 133.
 Kurdmägestik 91.
 Kurrud 61.
 Kurruorg 61.
 Kurruseljak 61.
 Kuu kesktemperatuur 163.
 Känozoikum 51.
 Kärestik (madal koht jões, kus vesi kiirelt ränd- rahnuude vahel voolab) 111.
 Käabuspöösad 200, 201.
 Kõrgendikud 87.
 Kõrglumi 142.
 Kõrgmik 87.
 Kõrgmägestik 87, 91.
 Kõrgraba 117.
 Kõrgtasandik 89.
 Kõrgustik 91.
 Kõristaja-augud 110.
 Kõrved 200.
 Kõrveluited 151.
 Kõuepilved 183.
 Kõögijäänused 207, 210.
 Kübelumi (kuiv, terajas lumi) 183.
 Küberümpilved 183.
 Kübevermed 141.
 Küdema jõgi 120.
 Kühm 89.
 Küla 216.
 Külavaheteed 217.
 Kūlmvöö 18.
 Laasmaistu 197.
 Laava 65, kobe- 66, laine- line, pankline 65, -kolle 62.
 Labapind (laus, tasane pind) 10, 26.
 Labradoori hoovus 32.
 Lade (geol., parem: vöö) 49.
 Lagendikuloomad 204.
 Laguun 85.
 Laht 121.
 Lainehari 129, -kõrgus, -pikkus 130, -põhi 129.
 Lainetus 128.
 Laiuskraad 20, -pikkus 19.
 Lamberti proj. 31.
 Lamendus (kokkulitsutus maakeral poolustelt) 15, 17.
 Lamm (oru põhi) 95, uht-, kõrg- 24, -org 95, 119.
 Landid 152.
 Langetuul 178.
 Lateriit 78.
 Latvkõrgendik 89.
 Laugmeri 82, 123.
 Lausmaa 89.
 Lauspilved 183.
 Lausraba 117.
 Lausrannik 136.
 Lavakõrgendik 35.
 Leetseljak 136.
 Lehter 94.
 Lehtersuu 136.
 Liikimisteed 217.
 Liikuvate kehade kõrvale- kaldumine (häälbimine) 23.
 Liivamaa 78.
 Liivarahu 138.

- Linnad 216.
 Lisajõgi 104.
 Lisamered 121.
 Lisaorud 95.
 Litosfaar 9.
 Liud (lohkvorm) 94.
 Liustikujää 144, -keel, liikumine 144, -veski 149, -värav 148.
 Livno poolje 119.
 Ljaanod 199.
 Lohemadu 179.
 Lohkvormid 94.
 Lohud 87, avatud, sulatud 94.
 Looked 104, 111.
 Lookseljak 90.
 Loomastik 119.
 Loomastik 202.
 Luide 159.
 Luide te ahelik 152, ehitus 151, 152.
 Luide lausrannik 136.
 Luide te rändamine 152.
 Luide lauveer 151, tagaveer 151.
 Lumi 140, 183.
 Lumekliima 193.
 Lumelõrts (niisked laiad lumeräitsakad) 183.
 Lumepiir 140.
 Lumeräitsakad 183.
 Lumeveermed 141.
 Lumeväljad 201.
 Läbilõige 39.
 Lähistroopiline kliima 192, vaikusvöö 174.
 Läänetuuled 175.
 Lõhangud 139.
 Lõhangrannik 139.
 Löss 79, -alad 152, tasan-dikud 89.
 Lühipealised 211.
Maakaart 34.
 Maaelamud (maasse kaevatud elamud) 215.
 Maakera kõrgrohu vööd 171.
 Maakera kuju 9, 10.
 Maakera madalrohu alad 171.
 Maakera poolmõõtja 16.
 Maakera sisemine temperatuur 43.
 Maakera tihedus 41.
 — tuum 45.
 Maakoore siirdus 58, 59.
 Maapüramiidid 77, 78.
 Maanteed 217.
 Maaroom (kitsam allalibisev maa-ala) 78.
 Maasopp (maa-ala jõe silmuses) 111.
 Maasäär 136.
 Maavärisemine (parem: maavärin) 70.
 Maavärisemise kolle, tugevus, samajõu-jooned 71.
 Maavärisemiste liigitus 73, levimine 73, tihedus, vältus 72.
 Madalik 87.
 Magma 44, -pesad 68.
 Magmalised maavärisemised 75.
 Maisel (pendel) 12.
 Maismaa ja vee vahetkord 80.
 Maistud 197.
 Malelaua taolised linnad 216.
 Mammutikoobas 97.
 Mandriaste 123.
 Mandriiline kliima 191.
 Mandrite jaotus 80, kesk-kõrgus 83.
 Mangroovimetsad 199.
 Mannerlava 82, luited 84.
 Mariinne erosiooniring 154.
 Mascaret 135.
 Masside jaotus maakoore 45.
 Massilised mägestikud 91.
 Meandrid 105.
 Mercatori proj. 31.
 Mercalli ja Cancani astriik 73.
 Merede sügavus 122.
 Mereline erosiooniring 154.
 Mereline kliima 191.
 Mereloomastik 204.
 Mere regressioon, transgressioon 53.
 Mere taimestik 202.
 Merehoovused 130, vee liikumine 128, vee soojus 125, soolasus 124, veeväriv 124, värisemine 70.
 Meri 121, lisa-, vahe-, ääre- 121.
 Meridiaanid 20.
 Mesokefaalid 211.
 Mesozoikum 51.
 Metsad 198.
 Metsade loomastik 203.
 Mistraal 178.
 Moffetid 68.
 Mold (lohkvorm) 94.
 Moldorg 95.
 Mongooli ehk tuuranl tõug 211.
 Monsuun 177, -vihmad 187.
 Moreenid 147.
 Muld 78, -kond 78.
 Muldteed 217.
 Murdlained 130.
 Murdvälk 194.
 Murenemine 55, 75.
 Murrang 54, 59.
 Murrikained 138.
 Murrutuskulbas 137, -lava 138.
 Mussoonid 177.
 Muutmatu kiht (temp.) 43.
 Mädasoo 117.
 Mäed 61.
 Mäemetsad 201.
 Mäe ja oru tuuled 178.
 Mägede kliima 191, loomad 204.
 Mõhnad (keemid) 93.
 Mõõn 134.
 Mõõtkava 34.
 Mõllimaa (liivakas savimaa) 78.
Nabad 17.
 Nabajooned 18.
 Nabamaade loomastik 204, taimestik 201.
 Nabavöö 18, 158.
 Nahkkehelised metsad 199.
 Nahklehpeõsastik 199.
 Nebulaarhüpotees 46.
 Negatiivsed pinnavormid 87.
 Neegritõug 211.
 Neoliitiline aeg 209.
 Neutraalne kiht 43.
 Neutraalne kõrgus 87.
 Nihe, -ke (Verschiebung) 54, 60.
 Niidulubi 116.
 Niiskus 181, niiskuse mõõtmine 181.
 Niiske erosiooniring 154.
 Niiske kliima 193.
 Niiskustaimed 196.

- Nivaalne kliima 193.
 Noored pinnavormid 53.
 Normaall null 86.
 Normaal. projektsioon 31.
 Normaalne temperat. 163.
 Nõgu 94.
- O**aasid 201.
 Odrapiir 206.
 Oikumeen 213.
 Ookeanid 120.
 Ookeanide elukond 126,
 kesksügavus 123, suu-
 rim sügavus 122, suu-
 rus, tekkimine 121,
 põhjaladestus 123.
 Oos 93.
 Org 95.
 Orgude liigitus 96.
 Orgliustikud 146.
 Orund 95.
 Orkaan 179.
 Osis (asja eraldamata
 osa) 37.
 Otsamoreen 93.
- P**alavvöö 18, 158.
 Paljastus 59, 76, 151, -ta-
 sandik 89.
 Paleoliitiline aeg 209.
 Paläozoikum 49.
 Pampad 199.
 Pankmägestik 91.
 Pankrannik 137.
 Papuua-melaneesia tõug
 212.
 Parandused õhurõhu mää-
 ramisel 170.
 Paraskliima 192, -vöö 18,
 158.
 Passaadid 133, 174.
 Passaatvihmad 187.
 Penepiaan 154.
 Permanentsusteooria 121.
 Perspektiivsed projekts.
 29.
 Prefakt 48.
 Pigatasandik 154.
 Piirid 221.
 Piirivööd 219.
 Pikapealised 211.
 Pikkuskraad 19.
 Pilved 182.
 Pilvede kuju 183.
 Pilvitus 157, 184.
 Pindväik 194.
 Pinnavormid 87.
- Pinnavorm. arenemine 153.
 Plaan 34.
 Polaarjooned 18.
 Polaarsed proj. 27.
 Poolitaja 17.
 Poolje 94, 119.
 Poolkera-onnid 215.
 Poolsaared 86.
 Poolused 17.
 Porsumine 76.
 Positiivsed pinnavorm. 87.
 Post 218.
 Preriid 200.
 Profiil 39.
 Projektsioonid 27.
 Pronksi-aeg 210.
 Puiestumetsad (parkmet-
 sad) 199.
 Punamaa 78.
 Punasavi 124.
 Purse 162.
 Purskained 162.
 Pusta 200.
 Puurkaevud 99.
 Puusavannid 199.
 Päikese tarad 195.
 Pääk 194.
 Põhja-Euroopa algtoug
 211.
 Põhimoreen 93.
 Põhivesi 98.
 Põhiveermed 142.
 Põiksihiline kihitus 58.
 Põimjas kihitus 58.
 Põrkeveer (veer, mida
 vastu jões voolav vesi
 pörkab) 111.
 Põua-udud 153
 Põõrijooned 18.
 Põõristuuled 179.
 Põõrivöö taimestik 195.
- R**abad 117.
 Rabenemine 76.
 Rahvastiku juurdekasv
 223.
 Rahvastiku tihedus 223.
 Rahvuslised riigid 225.
 Rahvuste riigid 225.
 Raju (orkaan) 176.
 Rand 56.
 Rannaastmed 57.
 Rannajoon 56, -joone iid-
 sed nihkumised 57.
 Rannajärv 136, -ladestus
 124, -laguun 138, -rõõne
 (rannavall) 136.
- Rannik 56, -lited 152.
 Raua-aeg 210.
 Raudteed 217, 218.
 Regressioon 53.
 Relatiivsed kõrgused 87.
 Relatiivne niiskus 181.
 Reljeef 37.
 Riik 219.
 Riigi tunnused 219.
 Riikide pinnasuurus 219.
 Ringhoovused 133.
 Ringkõrgendik 90.
 Rippuvad liustikud 146.
 Rippuv org (lisaorg, mille
 lamm kõrgemal peaoru
 lammist) 150.
 Rohisavannid 199.
 Rohtlaas 198, 199, 200.
 Rossi laused 171.
 Ruhiorg (U-ja org) 111,
 150.
 Rusukalle 77, 137.
 Rusukoosused 109.
 Rändrahnud 150.
 Rõhtjooneline proj. 30.
 Rõngassaad 87.
 Rööpsihiline kihitus 58.
 Röövemaistud 198.
 Rübionid (tündri pooliku
 Rühmvorm 89. [taol.] 215.
 Rünkpilved 183.
- S**aared 84.
 Saarte suurus 86.
 Saapropel 115.
 Sademed 180.
 Sademete hulk 184, kuju
 182, mõõtmine 184,
 hulga levimise põhju-
 sed 180, rõhtsus levi-
 mine 187.
 Saju tihedus 184.
 „Sal“ kiht 45.
 Salajõed 55, 119, 120,
 -järved 55.
 Salssid 66.
 Samakõrguste-jooned 37.
 Samanurksus 27.
 Samarõhu-jooned 171.
 Samum 151, 178.
 Savi 76, -maa 78.
 Seenkaljud 76, 78.
 Seismilised nähtused 70.
 Seisvad lained 130.
 Selgkõrgendik 90.
 Seljak 90.
 Senitaalsed vihmad 187.

- Sentraalne proj. 29.
 Seschid 130.
 Setted 108.
 Setteainete edasikandmine 108.
 Shelf 123.
 Siirdunud jõesuu 136.
 Silekaljud 148.
 Silindrilised projekts. 31.
 Silmaringi pöörlemine 24.
 Silmapiirid 11.
 Silmused, jõgede, 105, 111.
 „Sima“ kiht 45.
 Sinikoobas 97.
 Sinilehtsus 144.
 Širokko 178.
 Sirpsejak 90, 152.
 Sisejõud 54.
 Sisemaa liustikud 146.
 Sisemered 121.
 Siserändamine 214.
 Skandinaavia liustikud
 Solfataarid 67. [146].
 Sonnud 156.
 Sooljusekvaator 188.
 Sooljuse hulk rõhtpin-
 nale 157, mitmesuguste
 laiuste all 158.
 Sood 117.
 Soolastepid 200.
 Stalagmiidid 96.
 Stalaktiidid 96.
 Stereograafiline proj. 29.
 Stratosfäär 155.
 Stratovulkaanid 62.
 Subsekventsed pinnavormid 153.
 Suhteline niiskus 181, 185.
 Sulglohud 94.
 Sumbküla 216, -linnad 216.
 Suurriik 223.
 Suur murdjoon 69.
 Suurim sügavus ookeanis 122.
 Suvehaljad metsad 200.
 Suvevihmad 187.
 Sätkulaarsed rannajoone
 nihkumised 56.
 Sälkorg 95.
 Säärilõugas 104.
 Sõmerlumi 142, 184.
 Sõorjus (sõõritaolus)
 10, 11.
 Sõörküla 216.
 Südalinn 217.
- Sünkliinaal 61.
 Süvameri 123.
 Süvamere ladestus 124.
- T**aasjärgvormid 153.
 Tagilumi 146.
 Taifun 179.
 Taimede elutingimused 195.
 Taimkond 195.
 Taimede talve- ja suve-
 puhkus 196.
 Taimestute kõrgusalad 201.
 Taimevöö 198.
 Talvevihmad 187.
 Tasakaal (isostaasia) 46.
 Tasandikud 88.
 Tektoonilised nähtused 54,
 59, -mägestikud 91.
 Telefon 218.
 Telegraaf 218.
 Telgid 215.
 Temperatuuri ümberpööre
 (inversioon) 159, 160.
 Temperatuuri aasta-ampli-
 tuud 163.
 Teravilja piir mägedes 206.
 Terendus 194.
 Tihenunud vesi 99.
 Topograafiline kaart 34.
 Tornaadod 179.
 Transatlandi kiltmaa 123.
 Transgressioon 53.
 Transversaalne proj. 31.
 Triangulatsioon 14.
 Troopiline kliima 190.
 Troopikavöö 18, 158.
 Tropofiidid 196.
 Troposfäär 155.
 Tsükloon 175.
 Tuhkmaa 78.
 Tulemäed 61.
 Tundrad 201.
 Tuuled 172.
 Tuule liikumise kiirus 172,
 paljastamine 55.
 Tuulevarjud (elamud) 215.
 Tuule tegevus 151.
 Tuulispask 179.
 Tuulte lained 130.
 Tänavküla 216.
 Tõstandusküla 216.
 Tõus 133.
 Tühikud 55.
 Tüsedus 58.
- U**du 182, metsad 201.
 Uhaku jõgi 120.
 Uhetjoom 136.
 Uhtmine 77, 108.
 Uhtmisala 110.
 Uhteveer 111.
 Ulgumeri 136.
 Umbjõed 103, -koolded 105,
 111, -orud 119.
 Ummiklained 130.
 Urked 118.
 Uurdeperv 108.
 Uuem kiviaeg 209.
 Uus aegkond 52.
- V**ana aegkond 49.
 Vaheldustaimed 196.
 Vahelduvad tuuled 176.
 Vahemere alamtõug 211.
 Vaia-ehitused 210.
 Vaikse ookeani vulkaani-
 line vöö 69.
 Vaikusvöö 174.
 Valgala 103.
 Valgalata jõed (jõed, mis
 suubuvad järvedesse)
 103.
 Valgusnähtused õhkkon-
 nas 193.
 Valgustusvööd 18, 159.
 Vallsejakud 93, 149.
 Valminud pinnavormid 153.
 Vanad pinnavormid 153.
 Vanem kiviaeg 209.
 Varjukaljud 215.
 Varjukatused 215.
 Veeauru hulk õhus 180.
 Veelahe 193.
 Veerlaine 136.
 Veerelava 136.
 Vesikond 9.
 Vihm 183.
 Vihmahaljad ehk mon-
 suunmetsad 199.
 Vihmapilved 183, -valin-
 gud 183.
 Viirsavi (Bänderton) 150.
 Viirud (schraffid) 35.
 Vikerkaar 195.
 Viltuteljeline proj. 31.
 Vinud 177.
 Virtualised 194.
 Virvenduslained 130.
 Vise, -ke (Verwerfung) 60.
 Voog 129.
 Voolavad veed 101.
 Voored 93, 149.

- Vormiala 88, -vöö 88.
 Vulkaan 62, homogeenne, kihiline, kustunud, muda-, tegev 68.
 Vulkanism 61.
 Vulkaanide levimus 68.
 Välisjõud 54.
 Väljakilutud kihid 58.
 Väljarändamine 214.
 Väljavaate ulatus 12.
 Väik 193.
 Wyandotte'i koobas 97.
- Ä**remered 121.
- Õ**hkkond 9, 154.
 Õhkkonna kuu ja piirid 154.
- Õhu koosseis 155.
 Õhurõhk 169.
 Õhurõhu kõikumine 171.
 Õhurõhu lang 176.
 Õhurõhu levimine 171.
 Õhu soojuse allikad 156.
 Õhu soojuse tegurid 157.
 Õhu temperatuuri mõtmine 161.
 Õhu t⁰ vaatluste aeg 162.
 Õhu t⁰ rõhtsihiline levimine 165.
 Õhu värv 156.
 Õigepindsus (kaardiprojektsioonis) 27.
 Õued 215.
- Ö**ö-päeva keskmistemperatuur 162.
 Öö-päeva temperatuuri amplituud 163.
 Öö-päeva samapikkuse punktid 18.
- Ü**bajõgi (mägestiku metsik jõgi) 109.
 Üksikelamute küla 216.
 Ülamaa ehk põllumaa 78.
 Ülang (horst) 60.
 Ülangmäestik 91.
 Ürgaegkond 49.
 Ürgorud 150.
 Ürgsoojus 45.
 Ürgtasandik 89.

