

A-150 921

A. LUHA J. KENTS P. LANNUS



ÜLDMAATEADUS

TARTU EESTI KIRJASTUS



A-15022

A. LUHA, J. KENTS, P. LANNUS

# ÜLDMAATEADUS

GÜMNAASIUMI IV KLASSILE

34516



TARTU EESTI KIRJASTUS

A. LUHA, P. LANNUS

ÜLDMAATEADUS

2



161489

A-15022

2. muutmata trükk.

Peatoimetaja P. Lannus.

Korrektor A. Tigane.

Afv. nr. I/0072. Trükiarv 2150 eks. Paber: ETK paberivabrik, Tallinn; paberi kaust 61 × 86 cm. Trükk ja brošeerimine: trükikäitis „Postimees“, Tartu. Ilmunud 1943. a. oktoobris. Hind Rmk. 3.—.

## I. Maa kuju ja mõõtmed.

Me oleme maast-madalast harjunud mõttega, et Maa, millel me elame, on kerakujuline. Meile seletati juba lapsepõlves, et ta tiirleb ümber Päikese ja tema enda ümber tiirleb Kuu, mõlemad samuti kerakujulised. Kui palju aga on olnud vaeva, isegi kannatusi ja ohvreid, enne kui need mõisted on saanud inimkonna teadmiste alusvaraks.

Vanad kreeklased kujutlesid Maad kettana, mis vabalt hõljub õhus, ümbritsetuna Okeanose vetest. Ent kreeka õpetlased avastasid juba varakult, et see pole nii: Pythagoras õpetas juba pooltuhat aastat e. Kr., et Maa on kera. Seda mõtet arendas Eratosthenes, kes mõõtis meridiaanringi kaare pikkuse Aleksandria ja Syene vahel (III saj. e. Kr.). Ptolemaios (150 a. p. Kr.), kes on tuntud geotsentrilise maailmasüsteemi loojana, oli ühtlasi ka geograaf, kes koostas tollal tuntud maailma kaardi kaarjate koordinaatide võrguga.

Kuivõrra need mõisted omaseks said väljaspool õpetlaste ringi, on teadmata. Antiikse aja langusega jäid need edusammud geograafiliste mõistete alal ka õpetatud meeste juures unustusse ning hilise keskajani kopeeriti kaarte, millel Maa oli kujutatud saarena keset ookeani.

Alles antiikaja uuestiavastamisega renessansiajastul ja laieneva maadetundmisega elustuvad jälle vanaajal saavutatud tõesed Maa kuju suhtes. 1500. a. ümber, s. o. 2000 a. peale Pythagorast, näib äratundmine, et Maa on kera, üldisemalt maksvusele pääsevat. Saksa toomherra Kopernikus (1473—1543) lõi heliotsentrilise päikesesüsteemi; itaallane Kolumbus avastas Ameerika (1492), aetuna veendest, et ümber Maa kera on lääne suunas võimalik purjetada Indiasse; Kolumbus ei saanudki teada, et ta Indiasse ei jõudnud; kuid varsti (1519—

1522) purjetas portugallane Magalhães samuti läände ja jõudis ümber Maakerä tagasi kodusadamasse. Samuti 1500. a. ümber valmistas sakslane Martin Behaim Nürnbergist gloobuse („maaõuna“).

Seega olid teadlaste kõrval uljad merimehed need, kes veenvalt tõestasid Maa kerakuju ja kes üldse laiendasid inimkonna teadmisi uute maade ja merede avastamise teel.

Ent iga mõtleja merimees ja vaatleja on vist juba sajandite eest teinud samu tähelepanekuid, mis igäüks iga päev võib teha: kõrgete tornide ja mastide tipud hakkavad neile lähene-misel enne paistma kui nende alumised osad; silmaring on igal pool sõõr.

Tänapäeva tehnika edusammud võimaldavad veelgi veenva-maid tõendeid: lennukilt, aero- või stratostaadilt suurtest kõr-gustest infrapunastele kiirtele tundliku plaadi abil tehtud fotol on otseselt nähtav Maa kumerus. Ja teades, kuidas tekivad kuuvarjutused, on ka Maa vari Kuul kuuvarjutuse puhul Maa kerarase argumentiks — see vari on ikka sõõr.

Täpsemad vaatlused Maa enda pinnal näitavad, et Maa kuju ei ole siiski täiuslik kera: pendli võnkumised on nabamail kii-remad kui ekvaatoril (sama pendlipikkuse juures), mis näitab, et nabade juures on maapind Maa keskusele lähemal kui ekvaa-toril. Maa telg on 42 km lühem kui Maa läbimõõt ekvaatori kohal. Ka muid väiksemaid lahkuminekuid kerakujust on või-dud mõõta maapinnal. Seetõttu on Maa kuju nimetatud eri nimega — geoid (*gē* — kreeka keeli Maa).

Sada aastat tagasi (1841) arvutas Königsbergi astronoom W. Bessel Maa mõõtmed; praegu on rahvusvahelisel kokku-leppel kasutusel järgmised arvud:

Maa raadius ekvaatoril	—	6 378 km
„ „ nabadel (pooltelg)	—	6 357 „
Ekvaatori pikkus	—	40 076 „
Meridiaanringide pikkus	—	40 009 „

Maa mõõtmetele toetuvad mõõteühikud:

1 m —  $\frac{1}{10\,000\,000}$  meridiaanringi kvadrantist.

1 meremiil — 1 kaareminuti pikkus ekvaatoril — 1852 m

1 geogr. miil — 4 „ „ „

( $\frac{1}{15}$  kaarekraadi pikkusest ekvaatoril) — 7420 „

Ülesandeid: Kasutades toodud andmeid, arvutage:

1) Maa lamendus nabadel (s. o. missuguse murdosa võrra on pooltelg lühem raadiusest ekvaatoril);

2) kui pikk on üks kraad ekvaatoril;

3) kui suur on Maa pindala, arvutades teda kerana, mille raadiuse pikkus on 6371 km ja ümbermõõt 40 000 km.

4) Võttes ookeanide keskmiseks sügavuseks 3800 m arvutage, kui paksu veekihina tuleksid ookeanid gloobusele, mille läbimõõt on 1 m; kui kõrged oleksid kõrgeimad mäestikud ja kui sügavad sügavaimad kohad ookeanides sellel gloobusel.

## II. Maa sisemus.

Vanamoeline kujutus Maa sisemusest paigutab sinna põrgu, kus tulel on tähtis koht. Arvatavasti on tulemäed ehk vulkaanid põhjustanud sellise kujutluse: kui vulkaani kraatrist purskub tulivedelat laavat, aurupilvi ja kõikematvat tuhka, siis peab Maa sügavustes valitsema leek, mis sulatab ja põletab kivegi.

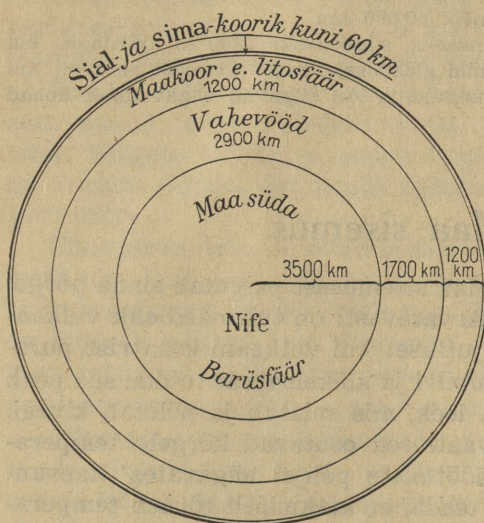
Mõned moodsamadki vaatlused osutavad kõrgele temperatuurile Maa sisemuses: mõõtmiste põhjal sügavates kaevandustes ja puuraukudes on teada, et keskmiselt tõuseb temperatuur iga 35 m kohta  $1^{\circ}$  C võrra (geotermiline sügavusaste), kui me laskume maapinnalt allapoole. Sel teel on võimalik mõõta Maa sisemuse temperatuure ainult pinna lähedal, sest sügavamad kaevandused ulatuvad 2000 m piiridesse ja sügavamad puuraugud on ületanud 5000 m.

Kui eeldada, et temperatuuri tõus jätkub niisama kiiresti sügavamalegi, siis peaks Maa keskuses valitsema ligi  $200\ 000^{\circ}$ -ni ulatuv temperatuur. Et selliseid temperatuure ei ole ka Päikesel ega teistel kinnistähedel suudetud mõõta, siis kaldutakse tänapäeval arvama, et nii kõrgele temperatuurid Maa sisemuses ei tõuse, vaid jäävad mõne kuni kümne tuhande Celsiuse kraadi piiridesse. Ent sellestki temperatuurist jätkub, et kõiki tuntud ühendeid ja mineraale sulatada. Kuid sellest ei või veel teha järeldust, nagu oleks Maa sisemus sulavedelas olekus, nagu laava, mis vulkaanist maapinnale voolab. Kõrge temperatuuri kõrval valitsevad Maa sisemuses kahtlemata ka väga kõrged rõhumised. Rõhuvad ju kõik kihid oma alusele: iga kilomeetriga lisandub vähemalt 250 atmosfääri. Seega tõuseb surve Maa keskuses üle poolteise miljoni atmosfääri. Selle tohutu

surve tõttu ei saa kivimid ja mineraalid Maa sisemuses, vaatamata kõrgele temperatuurile, olla vedelas olekus, nagu me seda olekut tunneme Maa pinnal, vaid siin valitseb seisund, mida ei

ole veel otseselt suudetud tundma õppida, sest Maa pinnal pole seni õnnestunud kunstlikult sellist survet tekitada.

Kaudselt saame andmeid Maa sisemuse kohta geofüüsikalt. Maa keskmine erikaal (tihedus) on 5,5, kuna Maa pinnal esinevate kiviliikide erikaal on keskmiselt 2,5—3,0 ümber. Sellest järeldub, et Maa sisemuses peavad olema suurema, isegi kaugelt üle 5—6 tõusva tihedusega ained. Teisest küljest on seismogrammide (maaväringulainete ülestähendused seismograafi abil) uurimine näidanud,



1. joonis. Maa tihedusvöötmel.

et maaväringulained tungivad läbi Maa sisemuse, nagu läbi üha tihedama aine, kusjuures üleminekud ühest tihedusastmest teise toimuvad suhteliselt järsult, hüpetena.

Seetõttu on loodud kujutus Maa sisemisest ehitusest, nagu näha 1. joon.: kõige peal Maa koor ehk litosfäär — u. 1200 km paks, siis järgnevad vahevööd u. 1700 km paksuses ja lõppeks Maa süda ehk barüsfäär u. 3500 km raadiusega.

Millest koosnevad need eri tihedusega vöötmel, seda järeldatakse ühest küljest kivimite vaatlusest (petrograafiast) Maa pinnal, teisest küljest aga meteoritide koosseisu järgi.

Maa koore pealmises osas on valdaval kohal silikaadid, millele koosseisus räni (Si) ja alumiinium (Al) omavad peatähtsust (sellest lühend S i a l). Sialist koosneb u. 25 km paksune Maa koore pealiskiht. Sügavamal (kuni u. 60 km) on tegemist Sima'ga (räni ja maagniumi kivimitega). Maa südames on raud

ja nikkel tähtsal kohal (siit Nife); seda eeldust toetab raud-meteoriitide sage esinemine. Peaksid ju need olema Maa hävinud kaaslaste murdosad, mis oma suure erikaalu tõttu võiksid pärineda ainult nende kaaslaste sisemusest. Vahevöödes võiksid asuda materjalid, mis vahepealsed Sima ja Nife vahel.

### III. Maa sisejõud.

#### 1. Vulkaanid.

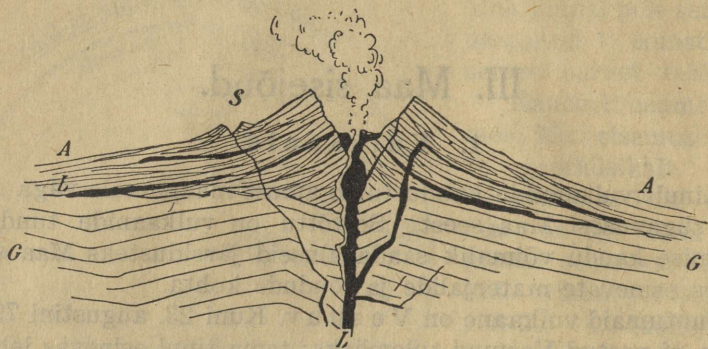
Ainult vulkaanide kaudu tuleb ainst maapinnale väga suurest sügavusest Maa seest. Seetõttu on vulkaanide tundmaõppimise kaudu võimalik saada aluseid järeldusteks Maa sisemuses esinevate materjalide ja jõudude kohta.

Tuntumaid vulkaane on Vesuuv. Kuni 23. augustini 79. a. p. Kr. ei peetud Vesuuvi tulemäeks; tema tipul esinevas lehtitaolises nõos oli elamuid ja tema nõlvadel ning jalamil tihedalt asulaid. Tähendatud päeval algas suur purse, mille kestel Pompeji linn hävis tuhasajus ja Herkulanumi mattis mudavool. Purskest on säilinud kirjeldus rooma kirjaniku Plinius noorema sulest, kelle kasuisa Plinius vanem (samuti tähtis autor, eriti ka loodusteaduste alal) hukkus ülaltähendatud purske puhul, püüdes võimalikult lähedalt vaadelda purset.

Hiljemini on Vesuuvi ajaloos kordunud vaikus- ja purskeperioodid; viimased on korduvalt toonud hävitust ümberkaudseile asulaile.

Vesuuvi ja temataoliste vulkaanide purske eel käib sageli maa-aluseid mürinaid ja tõukeid, mis kujunevad kohalikuks maavärinaks. Purse ise algab veeauru- ja gaaside-samba kerkimisega vulkaani tipus esinevast lehtrist — kraatrist. See aurusammas levib kõrguses pilvena, milles sähvivad välgud ja millest sajab paiguti vihma. Koos vihmaga sajab alla peent tuhataolist kivimipuru — vulkaanilist tuhka ehk virna koos väikeste kivikestega („lapillid“) ja suuremate „pommidega“. Need purskesaadused kuhjuvadki kihtidena üksteise peale purskeava ümbruses ja moodustavad kuhikutaolise tulemäe, mille keskuses asub tundmatust sügavusest ülestulev lõõr. Harilikult areneb purse kasvava hooga, võimsate plahvatuste saatel, kuni üle kraatri serva (või ka läbi selle külge-

des tekkinud pragude) hakkab voolama laava. Laava on tulivedel kivimimass, mis nagu sula metall voolab jõena mööda vulkaani nõlvu alla kuni jalamini, kui ta juba enne ei tardu. Tardumisel tekib laava pinnale koorik; juba paari päeva

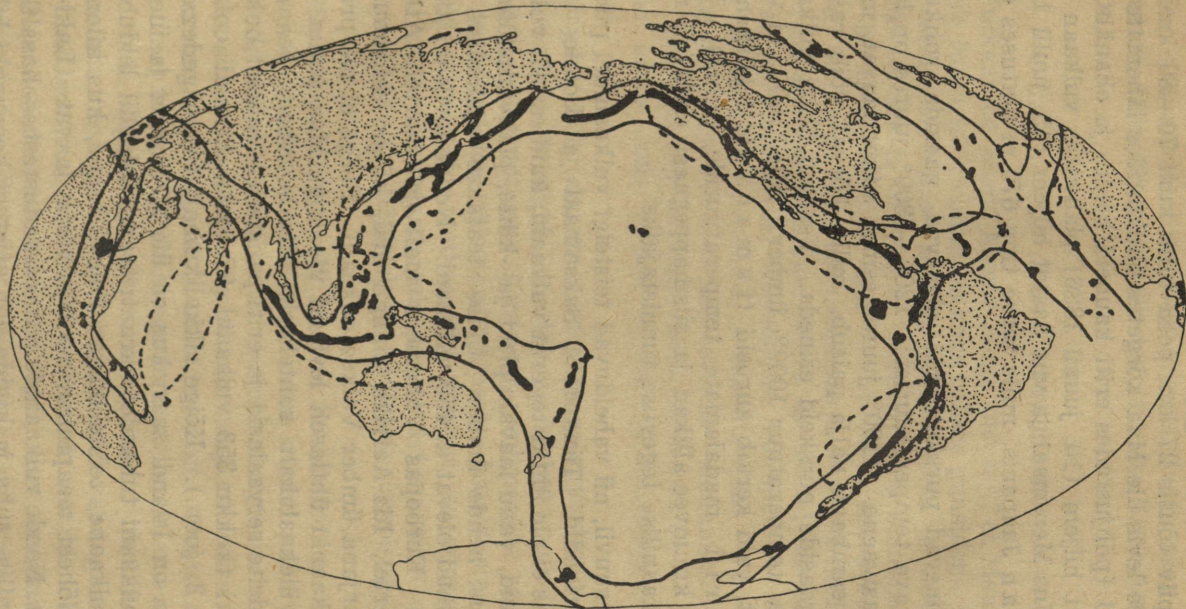


2. joonis. Vulkaani skeem. Aluspõhja (G) läbib läbistab lõõr, mis hargneb ja avaneb kraatrites. L — laava, A — vulkaaniliste pürskesaaduste kihid, S — kõrvalkraater.

pärast võib laaval seista ja käia, kuna paarikümne sentimeetri paksuse kooriku all on veel hõõgav kuumus. Kuumus püsib laava sisemuses aastaid.

Aegamööda tardub aga kogu laavamass kivimiks, mis võib olla klaasjas (vulkaaniline klaas, obsidiaan), urbane ja kerge (pimss) või tihedam, väiksema arvu pooridega. Tardunud laava ribad katavad vulkaani nõlvu ja võtavad seega osa kuhiku moodustamisest; laava võib aga katta ka laiu alasid vulkaani ümbruses.

On ka teist laadi vulkaane: Havai saartel esinevad vulkaanid (Kilauea, Mauna Loa), millede kraater kujutab endast püsivalt „keevat“ (s. o. sulavedelat) laavajärve, kust eraldub ainult vähe gaase ja seetõttu toimub vähe plahvatusi. Vulkaani kuhik on selle tulemusena moodustunud peamiselt ülevoolanud vedela laava kihtidest, jääb lamedaks, kilbitaoliseks. On aga teisi vulkaane, kus laava osatähtsus on väike, seevastu esineb palju gaase, mis põhjustavad määratuid plahvatusi. Selliseid oli Krakatau purse (Sunda saartel, Jaava ja Sumatra vahel), mis toimus 27. augustil 1883 ja mil üle poole



3. joonis. Vulkaanide, noorte kurdmäestike ja maavärinarikaste alade levik.  
 Mustad laigud — vulkaanide alad; rööpjoontega piiratud — kurdmäestike ja murrangute alad; punkteeritud  
 sõõrid — rohkete maavärinate alad.

saare pindalast hävis ning paisati õhku u. 18 km<sup>3</sup> kivimimaterjali. Aurupilv tõusis 27 km, peen tuhk kuni 70—80 km kõrgusele ja see levis üle Maa kõrgetes õhukihtides lähemate aastate jooksul (põhjustades eriti kauneid koidu- ja ehanähtusi). Kolm aastat hiljem (10. juunil 1886) plahvatas vulkaan T a r a v e r a Uus-Meremaal ja viis aastat hiljem (15. juulil 1888) B a n d a i s a n Jaapanis, mille terve tipp 670 m ulatuses õhku paiskus.

Need erinevad pursketüübid olenevad gaaside rohkusest laavas ja laava temperatuurist: 1200—1300° juures on laava vedel ja gaasivaene. 1100° juures esineb sitket laavat, mis ei voola, vaid sambana välja paisub, mille kõrval võib raskete aurude ja gaaside purskeid esineda. Vesuuvi tüüpi vulkaanidel on laava temperatuur 1000° ümber. Alla 1000° ei voola enam laavat, vaid kerkib aurused (f u m a r o o l i d kõrgemate, s o l f a t a a r i d madalamate temperatuuride puhul). Lõppeks on ka kuumvee-allikad ja süsihappegaasi eritavad m o f e t i d vulkaanilise tegevuse tunnistajaiks.

Nagu Vesuuvil, nii vahelduvad teistelgi vulkaanidel purske- ja vaikusperioodid. Tänapäeva Saksamaal ja Loode- ning Ida-Euroopas ei ole ühtki tegevat vulkaani, kuid esineb vulkaanilisi kuhikuid, vanu laavakupleid ja -kihte, plahvatuslõõre ja purskesaadusi nende ümber. Üldse teatakse ajaloolisel ajal tegevuses olnud olevat u. 450 vulkaani. Nende levik on küllalt iseloomulik: Euroopas Vahemere mail ja saartel, Atlandi ookeani saartel, Ida-Aafrika alangu alal, kõige iseloomulikult aga pärjana ümber Vaikse ookeani. Seega ei ole praegu tegevad vulkaanid ühtlaselt levinud üle kogu Maa pinna, vaid koonduvad ülekaalukalt suhteliselt kitsale ribale peamiselt mööda mandrite servaalasid ja eriti palistades Vaikset ookeani ja selle saari (kokku 353 vulkaani 97 vastu Atlandi ookeani poolle) (vt. 3. joon.). Kõige rikkalikumalt tulemägedega varustatud ala on Islandi saar, kus on üle 20 tegev ja üle 100 kustunud vulkaani tuhandete kraatritega. Islandil leidub mitut tüüpi vulkaane, teiste hulgas lõhevulkaane, kus kilomeetreid pikast lõhest maapinnas voolab välja laavat (Laki-lõhe 25 km pikk). Nende vulkaanide purskesaadustest — basaltkateest, vulkaanilise tuha ja kivide kuhjatistest koosnebki Islandi saar. Islandil leidub ka Geysir — kuumvee-purskeallikas, mis

on oma nime andnud kõigile teistelegi seda laadi kuumvee-allikatele. Vulkaanide tiheduselt järgneb Jaava saar (19 tegevat vulkaani), siis Jaapan (40 teg. v.) ja Kesk-Ameerika (26 teg. v.).

## 2. Tardkivimid.

Vulkaanide kaudu näeme seega otseselt, et Maa sügavusest kerkib tulivedel kivimimass koos tuliste gaasidega (magma), mis pursketoimingus osaliselt pihustatakse ja tardub vulkaaniliseks tuhaks ja väikesteks (lapillid) ning suuremateks (pommid) kivideks, osaliselt aga voolab välja laavavooludena, mis samuti tarduvad täis- või poolklaasja, sageli aukliku või peenurbe iseloomuga kivimiks. Need on näited kiviliikidest, mis tekivad tardumise teel tulivedelast magmast — tardkiviliigid (tardkivimid), moodustades purskekivimite eri grupi (sest et nad tekivad vulkaaniliste pursete puhul). Levinumaid purskekiviliike on basalt — tume peenerine kivim, mis esineb soonte ja katetena vulkaanilistel aladel.

Magma võib tarduda ka maapinnale jõudmata. Vulkaanilistel aladel võib sageli leida lõhesid kivimite vahel, mis on täitunud tardkivimitega. Kustunud vulkaanide sügavuses on lõõr ja kõik lõhed täis tardkivimeid. Laialdastel aladel, kus tänapäeval ei esine vulkaanilisi nähtusi, on sügavuses peidus ometi tardkivimimasse, mis annavad tunnistust süvavulkaanilistest nähtustest varematal geoloogilistel ajajärkudel.

Sügavuses toimub aga magma tardumine palju pikaldasemalt kui maapinnal. Kui juba mõne meetri paksune laavavool võib olla aastaid seest kuum ja tardumata, siis on arusaadav, et Maa sügavustes kivimite väikese soojajuhtivuse tõttu toimub tardumine veel võrratult pikaldasemalt. Peale selle toimub sügavuses tardumine ikka suurema surve all, mis on seda kõrgem, mida sügavamal see on maapinnast. Sellistes tingimustes on aga tardumise tulemused oluliselt teissugused: tulivedelast ühtlasest magmamassist eristuvad teatud kindlate omaduste ja koosseisuga mineraaliliigid, mis eralduvad teatavas järjekorras kristallidena. Tulemuseks on kristallteriste tardkivimite tekkimine, milliste näitena on tuntuim graniit. Igas

graniidipalas võime vahet teha kvartsi-, päevakivi- ja vilguterade vahel, mis on graniidi olulisteks koosteminaalideks. Peale nende esineb väiksemal arvul veel rida teisi mineraale. Terade suurus võib olla väga mitmekesine — vaevalt silmaga nähtavatest kuni mitme cm-se läbimõõduga.

Tulivedel magma kujutab endast keemilises mõttes silikaatide sulamit, mis igal pool ei ole sama koosseisuga. Paiguti võib ta olla ränirikkam, teisel vaesem ränihappelt, kuid rikkam metallidelt (Ca, Mg, Fe). Ühel juhul tekivad tardumisel ränirikkamad, teisel -vaesemad kivimid.

Ränivaesemast magmast tekib kvartsita kivim, muidu aga graniiditaoline — süeniit; kui kvartsita tardkivim koosneb peamiselt päevakivist (plagioklass) ja tumeda mineraalina on eeskätt amfibool, nimetatakse teda dioriidiks; päevakivi kõrval ülekaalukalt tumedatest mineraalidest (augiit, oliviin) koosnev tardkivim on gabbro.

Tardkivimid, millede mõni mineraal esineb suurte ja hästi väljakujunenud kristallidena, mis on suletud peeneterisesse põhimassi, kannavad porfüüride nimetust. Porfüürilise graniidi näide on rabekivi (soome k. rapakivi), milles silma torkavad suured munajad päevakivi suletised kristallterises põhimassis. Porfüürjas ehitus osutab tardumisele kahes astmes, nii et esimeses teatud mineraal jõudis välja kujuneda suuremate kristallidena. Rabekivi võib Eestis rändkividenäide sageli leida, kusjuures ta samuti sageli on täielikult puruks rabeenenud.

Eestis saab tutvuda tardkivimitega looduses rändkivide kaudu. Siin tuntakse neid üldiselt raudkividenäide, mis osutab ilmselt tardkivimite kõvadusele, võrreldes setekivimitega. Kasutades tardkivimite kõvadust tarvitatakse neid meil peamiselt tänavate sillutamisel, kas munakate või parkettkividenäide, või siis valmistatakse neist killustikku.

Igal pool, kus on tarvis kõvadust, püsivust ja vastupidavust, nagu piirikivides, ristikivides, hauasammastes, kaldakindlustistes, sillasammastes jne., tarvitatakse võimalikult graniiti ja teisi tardkivimeid. Neis mais, kus tardkivimeid esineb aluspõhjas hulgaliselt ja kergesti kättesaadavalt, nagu Skandinaavias ja Soomes, etendavad nad suurt osa ehituskivina. Graniidist hooned, monumendid ja kandvad konstruktsioonid on mõjuvad ning võimaldavad kunstiliselt suurejoonelist vormide ning värvide kujundamist.

Tardkivimitega ühenduses esineb sageli ka metallimaake ja teisi maavaru. Tardkivimite murenemissaadused annavad mullapinnale viljarikkust. Seetõttu on vulkaanide ümbruses tavaliselt kõige tihedamini asustatud maa-alad, sellele vaatamata, et seal ikka ja jälle esineb kataastroofe pursete puhul. Ka Eesti mullapind oleks ilma Skandinaaviast pärinevate tardkivimite murenemissaadusteta, mis jääaegses moreenis siia kantud, üsna viljatu, sest ta koosneks vaid lubjast ja räniliivast.

### 3. Maavärinad.

1906. a. 18. aprilli varahommikul tundsid mõned San Francisco elanikud nõrka maapinna värinat, mille kaasas käis tume maa-alune mürin. Ühe minuti järel suurenes värin ja ehmatas Kalifornia rannikuala elanikkonna unest. Nüüd järgnes rida algul väga ägedaid, siis pikkamisi nõrgenevaid tõukeid. Tugev värin toimus  $3\frac{1}{2}$  minuti kestel, kuid sellest jätkus, et purustada rusudeks San Francisco ja rida väiksemaid naaberlinnu. Värinat oli väheneva tugevusega tunda palju suuremal maa-alal. Ka laevadel, mis asusid maa lähedal, tunti tõukeid, nagu oleksid nad üle kaljude sõitnud. Merepinna kõikumist ja tõusulainet, mis mõnel teisel rannikuvärinal on olnud hävitava mõjuga, nagu näit. Messinas 1908, ei esinenud. Peavärinale järgnes rida nõrgemaid järeltõukeid. 18. aprillil märgiti 25, järgnevatel päevadel kuni kuu lõpuni vähemalt üks tõuge. Üksikuid järeltõukeid jätkus kuni järgnevasse aastasse.

Hävitavaid suuri maavärinaid on uemal ajal esinenud veel 1923 Jaapanis ja 1939 Anatooolias (Türgimaal). Kõigil neil juhtudel purunes ehitisi ja elamuid, eriti neid, mis olid ehitatud mitte kindlale aluspõhjale, vaid tüsedamatele pinnakatte (liivade, kruusade, savide) kihtidele. Ehitiste rusude, kukkuvate kivide, merelt tormava tõusulaine all hukkus sageli sadu tuhandeid inimesi. Lahtised pinnased järskudelt nõlvadelt sööstsid alla, põhjavett sisaldavad kihid vajusid kokku ja vett purskus välja, teisel jälle lakkasid voolamast allikad.

Erilist tähelepanu väärrib San Francisco maavärina puhul 435 km pikk lõhe, nn. San Andreas-lõhe, mis leidis peale värinat piki rannikut. Selle lõhe merepoolisel küljel oli maapind nihkunud 3 m loode poole; paiguti oli ka maapind ühel lõhe-

poolel 4—5 m teisest kõrgemal. Lähemad vaatlused selgitasid, et San Andreas-lõhe ei ole tekkinud alles 1906, vaid samal joonel on juba varemini lõhe olnud ning nihked selle lõhe ääres on jälgitavad 1000 km ulatuses. Maavärin avaldus suurima tugevusega selle lõhe vahetus naabruses.

Nende vaatluste põhjal ei saa kahelda, et selline suur lõhe maapinnas ei ole maavärinaga järg, nagu seda on praod ehitistes või maalibisemised, vaid see on nähtus, mis ennemini võib maavärinaga põhjuseks olla. Seda laadi lõhesid nihetega nii püst- kui rõhtsuunas on esinenud teistegi maavärinate puhul. Jaapani 1923. a. maavärin järel olid Sagami lahe ümbruses rannikud veidi tõusnud; lahe põhjas aga oli alasid, mis olid vajunud 100—210 m, ja teisi, mis olid tõusnud kuni 250 m.

Neist tähelepanekuist võib järeldada, et maavärinad tekiavad järskude, tõugetena toimuvate murrete, nihete, tõusude ja vajumiste puhul maakoores, mis lahendavad seal tekkinud pingeid. See väide leiab kinnitust ka, kui vaadelda maavärinate levimise kaarti (3. joon.). Kui kanda kaardile sagedate ja tugevate maavärinate alad, siis selgub, et need on seal, kus on suurimad kõrgusvahed maapinnal, nn. noorte ahelmäestikkude alal. Üldiselt esineb see ribana, mis suurtes joontes ühtib vulkaanide levimise alaga. Need alad ei ole ilmselt veel püsivas tasakaalus maakoores. Kui tarvitada võrdlust, siis lõheneb ja paugub siin maakoor nagu kuivav palk seinas või aiateivas pakases.

Ülalkirjeldatud suuri maavärinaid järsuloomuliste lõhede ja nihete puhul maakoores ehituses nimetatakse seetõttu tektoonilisteks (*tekto* — ehitam). Piiratum ulatusega tõukeid maa all tekib ka vulkaaniliste pursete puhul, kui gaasirikas magma otsib endale väljapääsu (vulkaanilised värinad). Veelgi piiratum ulatus on maavärinatel, mis tekivad tõugete puhul maa-aluste õõnsuste kokkuvarisemisel (langatusvärinad).

Maavärinaid kirjeldatakse sel teel, et registreeritakse maapinnal esinenud häireid, määratakse nende tugevust erilise skaala abil, kindlaks tehes, kus oli tugevaim värin. Uuemal ajal tarvitatakse maavärinate pidevaks registreerimiseks isekirjutavaid aparate — seismograafe, millede üleskirjutused — seismogrammid — on võimaldanud orientee-

ruda maavärinate nähtustes palju paremini kui ainult väliste häirete vaatlemine.

Seismogrammis avalduvad maavärinalained, mis levivad värina koldest teatud kiirusega igas suunas nii Maa sees kui ka tema pinnal.

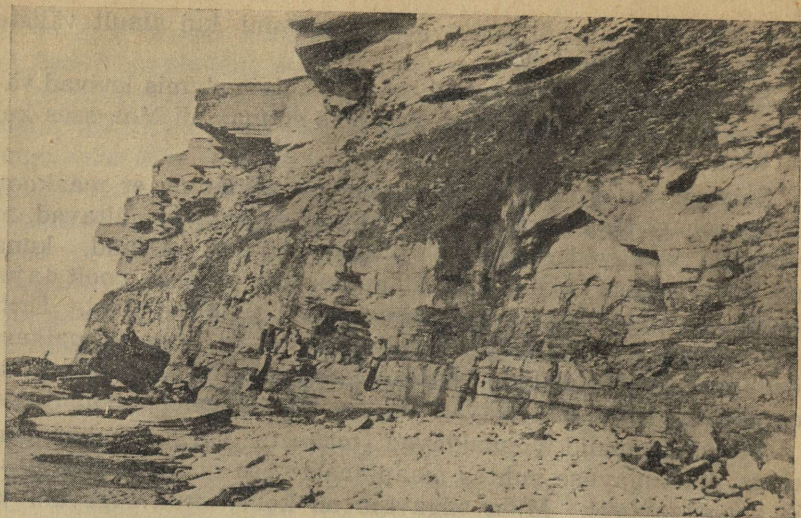
Seismograafid ja seismogrammid on näidanud, et maakoore ei ole kunagi täiesti vaikne. Tundlikud aparaadid näitavad, et pidevalt kestavad mikroseismilised värinad, kuna makroseismilisi, s. o. maapinnal ka inimese poolt tajutavaid värinaid esineb keskmiselt iga 2½ tunni järel. Eriti suuri värinaid on ka palju sagedamini, kui värinate kroonikast teada on: paljude selliste keskkohad on inimtühjadel aladel, ka mere kohal, nii et nad jäävad inimese poolt tähelepanematuks.

Seismogrammid võimaldavad määrata värina kolde asukohta, ka sügavuse suhtes maapinnast: see on tavaliselt 10—50 km sügavusel. Mida sügavam on kolle, seda tugevam ja ulatuslikum on värin. 2—3 aparadi ülestähendused eri paigus võimaldavad u. 30—100 km täpsusega määrata kaugete suurvärinate asukohta. Jälgides värinalainete kiirust läbi Maa, on võidud luua kujutus tema eri tihedusvöötmest (vt. lk. 6), seega valgustada nagu kiirtega Maa sisemust. Et värinalainete kiirus oleneb kivimite tihedusest, mida need lained läbivad, siis saab seismogrammide abil selgitada Maa sisemist ehitust mitte ainult suurtes joontes, vaid ka väiksematel aladel ja väiksema sügavuseni. Selleks tekitatakse kunstlikult väiksemaulatuslikke värinalaineid (plahvatuste abil) ja püütakse nad teatud kaugusest seismograafi abil kinni. Saadud seismogrammide uurimine võimaldab siis määrata eri tihedusega kiviliikide sügavust ja levimist maapinna all. Nii on näiteks sel teel määratud mannerjää katte paksust Gröönimaal, kus see on osutunud kuni 3000 m.

Suurte maavärinate hävitava mõju vastu väärinarikastel aladel võideldakse kindlamate ehitusviisidega (raudbetoon) ja ebakindla ehitise aluse vältimisega.

#### 4. Tektoonika.

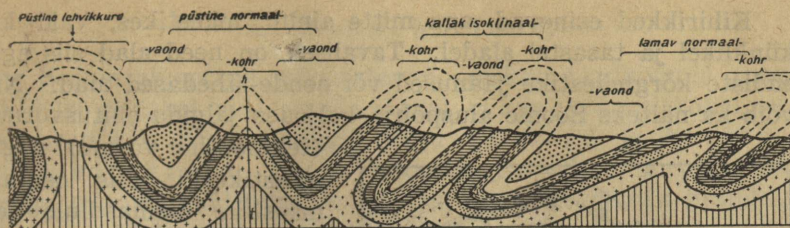
Põhja-Eesti paekaldas on hõlpus vaadelda, kuidas saue, liiva-, kilt- ja paekivide kihid näiliselt rõhtsalt, nagu raamatulehed üksteisel, lamavad. Et siin on tegemist peamiselt mere-



4. joonis. Paekalda vaade Pakerordist. Ülal paekihid teravate nurkadena, all liivakivid; vahepeal roheline savikas liivakivi (glaukoniitliivakivi) ja selle all õhukesteks kiltadeks lõhenev diktüoneema-kiltkivi.

põhja setetega, siis kajastub neis kihtides ühetasane, lame merepõhi. Tarvitseb aga minna mäestikesse, et veenduda, kui võrra suuri häireid võib olla tekkinud selliste kihtide asendis: seal võib samalaadseid merepõhja setteid näha kallakutena, isegi püstistena ja ümberpööratuina; sageli on näha paindunud kihte, nn. volte ehk kurde, püst- ja kallakpragusid, kus kihid on nagu murdunud ja murde kohal ei ole kihi otsad enam kohakuti. 5. ja 6. joonisel näeb valiku selliste kihirikete skeeme.

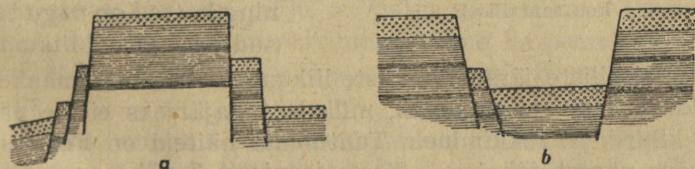
Ei ole kahtlust, et need kihiriked kujutavad endist muutusi, mis on toimunud algupäraselt rõhtsate kihtidega määratute survete ja pingete tagajärjel, millised valitsevad maakoores. Needsamad jõud, mis tänapäeval kajastuvad maavärinates, on möödunud geoloogilistel aegadel murdunud, painutanud ja kergitanud kihte. Võib tunduda kummalisena, et meile kõvadena ning ainult murduvatena tuntud kivid on ka paindunud nagu savi. Asja seletus seisab selles, et sadadesse atmosfäärisesse tõusva igakülgse surve all kivimid omandavad palju plastilisema iseloomu, kui me neil tunneme olevat hari-



5. joonis. Kurdude skeem. Ülemine osa kurdudest kulunud (tähistatud punktiliriga).

liku rõhu juures. Eriti kergesti muutub plastiliseks kivisool (juba igakülgse rõhu juures, mille suurus on 50 kg ruutsentimeetrile), mistõttu kivisoola kaevandustes võib näha tugevasti kurrutatud soolakihte; samuti esineb kivisool soolakuplitena maa sees, sest igakülgse surve tõttu on ta väikesima vastupanu, s. o. maapinna suunas, üles surutud.

Mäestik esineb sageli nii kurde kui ka murdeid. On aga ka mäestikke, kus murded on valdaval kohal (pangasmäestikud, nagu Ida-Aafrika murdeala), samuti teisi valdavalt kurdudega (kurdmäestikud, nagu Juura mäestik Helveetsia-Prantsusmaa piirialal). Enamikus kõrgmäestikes, nagu Alpides, Kaukaasias, Himaalajas, Andides ja Kordiljeerides, lisanduvad kurdudele ja



6. joonis. Murrangute skeeme. *a* — ülang, *b* — alang. Ülangus on keskosa kihid kõrgemal kui ümbrus, alangus madalamal.

murretele nn. katted, mis kujutavad endist kaugele (kuni 100 km) nooremate kihtide peale lükatud kihirühmi. Seetõttu võib öelda, et sellele vöötmele, kus esineb mainitud nn. noorte ahelmäestike rida, on kihid palju kitsamale maaribale kokku surutud, kui nad olid algupäraselt ja kui nad seda on tavaliste kurdude puhul.

Kihirikked esinevad aga mitte ainult mäestikes, vaid ka künklikel ja tasastel aladel. Tavaliselt on need alad siis aga endiste kõrgmäestike jäänused või nende-lähedased alad. Nii võib ka näiteks Soome aluspõhja kaljudes jälgida ehitusvorme



7. joonis. Pärast jääaegse maatõusu kaart Fennoskandias. Põhjalahe kohal ületab maakerge 250 m samatõusujoone. Madalamad samatõusujooned ümbritsevad kõrgeimat kontsentriilselt.

Peale selliste järsuloomuliste liikumiste tuntakse maakoos pikaldasi tõuse ja vajumisi, millede tagajärjeks ei ole nähtavate kihirikete tekkimine. Tuntumaid näiteid on Fennoskandia tõus pärast jääaega. Nagu jooniselt 7 näha, on Fennoskandia ala peale jääaja tõusnud eriti Põhjalahe põhjaosas (u. 300 m), kuna ääremail on tõus väiksem ja üle teatud piirjoone minnes on märgata isegi vajumisi. Ka Eesti ala tõuseb veel tänapäeval, eriti loodes (kõige rohkem 20 cm sajandis). Seda laadi pikaldasi tõuse ja vajumisi tuntakse peaaegu kõikjal maapinnal. Neid nimetatakse epirogeneetilisteks liikumisteks ja nende tagajärjeks on mere randjoone nihkumised ühes või teises suunas, mere üleujutused või taganemised. Seega võib neid liikumisi möödunud geoloogiliste aegade kohta tundma õppida endiste randjoonte ja endiste meresetete järgi.

(tektoonilisi vorme) nagu mäestikeski, mis osutab mäestike olemasolule sel alal kauges geoloogilises minevikus. Skandinaavias on neist vanust kõrgmäestikest veel rohkem järel.

Varemini nägime (lk. 14), et maavärinad ja ka tulemäed esinevad peamiselt samas ahelmäestike vöötmes ja et maavärinate põhjused on valdavalt tektoonilised: neis avalduvad tekkivad kihirikked. Mäestike teke ehk orogeenesis on seega nähtus, millega kaasuvad järsuloomulised liikumised maakoos, ja kurrud, murded ning katted on nagu tardunud seesugused liikumised.

## 5. Moonekivimid.

Soome aluspõhja moodustavad osaliselt tardkivimid (nagu Viiburi jt. rabekivid); nende kõrval on aga valdaval kohal teisugused kristalsed kiviliigid, nagu gneisid ja kristalsed kiltkivid. Gneiss koosneb samadest mineraalidest nagu graniit, kuid tema on kihtjas, mis teda väliselt graniidist kohe eraldab. Samuti on kristalsete kiltkivide kihtjas ehitus tunnus, mis neid eraldab tardkivimitest. Gneisid ja kristalsed kiltkivid on nn. moonekivimid, mis on tekkinud ümberkujunemise teel tard- või setekivimitest. Ei ole juhus, et need kivimid esinevad endiste, kulunud mäestike alal või ka praeguste kõrgmäestike kesksetes ja sügavamates osades: moonekivimite teke on seotud kõrge surve ja kõrge temperatuuriga. Seega on mäetekkeliste jõudude tulemuseks mitte ainult kihtide ehituse ümberkujundamine voltideks, kateteks jne., vaid ka kivimite moondamine.

Eristatakse puutemoonet survemoonest: esimene ilmneb süvakivimite vahetus naabruses, kus magma kuumus, osaliselt ka temast eralduvad gaasid mõjustavad ümbritsevaid kivimeid. Nii tekib puhastest lubjakividest magmapesade läheduses marmor. Puutemoonde mõju ei ulatu kaugele magmapesast, tavaliselt mõnisada meetrit kuni 2 km. Survemoonde, eriti kui on tegemist suurtel mäestikualadel valitsevate survetega, mõju on palju ulatuslikum (regionaalmoone), mille tõttu moonekivimeid leiame ka peamiselt selliste ürgmäestike aladel nagu Fennoskandias, Kanadas, Brasiilias jm.

Eestis leiame moonekivimeid samuti kui tardkivimeid ainult rändkividenä. Tõsi küll, Soome-Rootsi moone- ja tardkivimid levivad Läänemere alt ka Eesti aluspõhja moodustavate setekivimite alla, seetõttu on sügavad puuraugud tunginud (näit. Jõhvi juures) paede ja liivakivide all samalaadsetesse kristalsetesse kiviliikidesse, nagu nad esinevad Soomes. Need kivimid sisaldavad paiguti raua- ja teisi maake, millega on seletatav Fennoskandia maagirikkus (raud, vask jt. metallid). Ka tarbe- ja ehituskivina on moonekivimid väärtuslikud. Ainulaadne tähendus on marmoril (Itaalia ja Kreeka marmor), mis oma tehniliste omaduste tõttu leiab laialdast kasutamist skulptuuris ja ehitustehnikas.

## IV. Maa välisjõud.

Maa sisejõudude toimetel kerkivad vulkaanide kuhikud, tekivad murranguastangud, sügavad haudmikud maailmameres ja kõrged mäestikud mandritel. Kõik need kõrguste vahed taanduvad aga pikkade, geoloogiliste ajavahemikkude jooksul nn. välisjõudude toimetel, milledeks on murenemine koos raskustungiga, tuule, voolava vee, põhjavete, järvede, liikuva jää ja eriti merede tegevus.

### 1. Murenemine.

Kerisekive tuleb aeg-ajalt uuendada: nad muutuvad rabe-daks ja lagunevad. Selline suur keris töötab ka kõrbedes ja mitmel pool mujal maapinnal, kus esineb järske temperatuurikõikumisi.

Põllukivide hulgas võime leida mõnda, mis pudeneb kohe, kui teda puudutame. Eriti sageli esineb see nn. r a b e k i v i d e juures. Põhjus — seose lõdvenemine üksikute kivimit moodustavate kristalliterade vahel temperatuuri kõikumiste mõjul. Igal mineraalil on erinev paisumisnäitaja, üks ja sama mineraal paisub eri suundades erinevalt: see on põhjuseks, et järsematel temperatuurikõikumistel tekivad juuslõhed mineraaliterade vahele. Need laienevad eriti siis, kui vesi tungib nendesse ja külmub: tekkiva jää maht on 9% võrra suurem jäätuva vee mahust, mille tagajärjel tekib väga suuri surveid lõhedes. See-tõttu rabenevad kivimid eriti pakases. Suurtel külmadel ja kõrgetel temperatuuridel võib olla samalaadseid tagajärgi: tekib kive läbistavaid lõhesid. Et soojus tungib pinnalt kivisse, siis toimub rabenemine sageli koorikute eraldumise teel kivimist, sest paisumine ja kokkutõmbumine toimub kihtidena rööbiti kivi pinnaga. Kõik need on füüsikalised nähtused murenemisel.

Lisaks tulevad ka keemilised nähtused: kivisool või kips l a h u s t u v a d kergesti vees; lubjakivi lahustub hästi  $\text{CO}_2$ -rikkas vees, sest moodustub  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , mis  $\text{CO}_2$  rõhu tõusuga rohkem lahustub. Sellest tulebki, et lubjakivid kergesti õõnes-tuvad, tekib koopaid, salajõgesid, urkeid. Hapendumine avaldub eriti raua sisaldavate kivimite puhul; mustad või rohekad kaheväärse raua ühendid moonduvad õhuhapniku ja vee mõjul

kolmeväärse raua kollakateks ja punakateks ühenditeks. Päevakivid lagunevad vee toimel hüdroliüütiliselt, muutudes kaoliiniks. Nende keemiliste nähtuste tõttu tekib kivide pinnal värvuse muutusi. Peaaegu iga õhu käes seisnud kivi pind on keemilise murenemise ehk porsumise tagajärjel kaetud porsumiskoorikuga, mis tuleb kõrvaldada, kui tahame kivimit muutumatul kujul näha. See on põhjuseks, et mineraloogilis-geoloogiliste vaatluste puhul on vajalikumaks tööriistaks vasar, millega saab luua värske murdpinna vaadeldaval kivimipalal.



8. joonis. Aluspõhja paede üleminek pinnaseks. Paekihid on seda rohkem murenenud, mida lähemal nad on maapinnale. Paelõhedes ja pae peal koguneb õhuke mullakord.

Valge kaoliini porsumiskoorik torkab eriti silma soos seisnud, päevakivi sisaldavate põllukivide juures. Soovesi on happeliste omadustega ja see põhjustab kiiremat ning sügavamale küündivat porsumist kivimi pinnal.

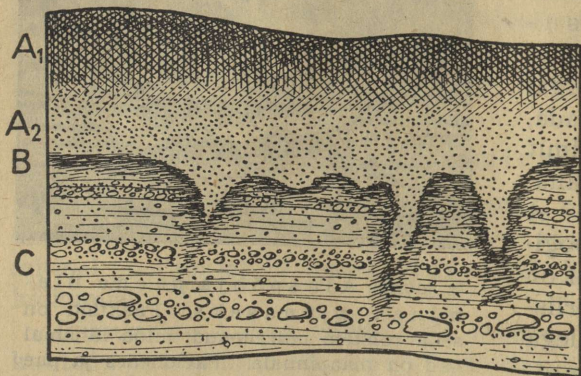
Füüsikaliste ja keemiliste tegurite kõrval on murenemisel suur tähendus ka bioloogilistel: taimejuured tungivad maasse ja kivide vahele suure jõuga ning võtavad maast suurel hulgal mineraalaineid. Taimejäänustest tekib mustmuld, mis omakorda osutub geoloogiliseks teguriks maapinnal (keskkond mitmesugustele organismidele,  $\text{CO}_2$  koondus). Ka loomariigi esindajad aitavad mitmeti kaasa kivimite purustamisele (puurivad ja kaevavad loomad).

## 2. Pinnased.

Mõnel Eesti paepealsel on soodus võimalus vaadelda, kuidas murenemise teel värskest paekivist tekib murenenu ja sellele õhuke mullapind. All-asuvad paksemad ja terved paekihid osutuvad kõrgemal õhemateks ja lõhenenuteks; lõhedesse on tun-

ginud peeni murenemissaadusi, mustmulda ja liiva ning see mullasegane lõhenenud kiviaines moodustabki õhukese viljatu paepealse pinnase.

Kus paed on kaetud savi, liiva, kruusa või moreeeniga, seal on nende viimaste pealispind murenenud ja segunenud kõdune-



9. joonis. Leetmulla läbilõik. Pealmine mustmulla kiht ( $A_1$ ) läheb allapoole üle tuhkjaks leetkihiks ( $A_2$ ); sellest allpool on sadestunud raud peamiselt rooste kujul (roostekiht  $B$ ). Roostekiht moodustab soppe allapoole, mis on tingitud neis kohtades kasvanud taimejuurtest.

lad, kus pealmises huumuskihis ( $A_1$ -kihis, joonis 9) tekkivad huumushapped lahustavad allapoole nõrgudes raua, osalt ka alumiiniumi ja räni ühendeid, nii et tekib tuhkjas-liivane leetkiht ( $A_2$ -kiht), mille all aga jälle rooste- ( $B$ -) kihis need ühendid sadestuvad. Kus suvine kuivus kestab kauemini, nagu lõunapoolseis Euroopa mais, ei kujune leetkihti ja valdavad түседад ning viljarikkad pruun- ning mustmulla maad. Veel kuivemas kliimas laguneb huumus kiiresti ja valdavateks ühenditeks pinnastes on raua- ja alumiiniumiühendid; tulemuseks on punased pinnased, millede hulgast troopiline lateriit võib esineda eriti paksude kihtidena. Kõrge temperatuuri tõttu on palavvõotmes nii füüsikaline kui ka keemiline murenemine eriti edukas, nii et värsked kivimid peaaegu kõikjal on kaetud kümneid meetreid paksude murenemissaadustega.

vate taimejäänustega mustmulla kihiks, moodustades savi-, liiv- või kruusmulla mitmesuguse pakusega huumuskihiga.

Kuid pinnaste iseloom oleneb mitte ainult pinnase aluskihist, vaid ka kliimalistest oludest. Eestis ja üldse parasvöötme täisniiskes kliimas arenevad leetmul-

Üldse olenevad murenemisnähtused kliimast: polaarmais ja kõrvekliimas on valdaval kohal füüsikalised murenemisnähtused, humiidses kliimas üldiselt keemilised.

### 3. Kulutamine (denudatsioon).

Kui murenemissaadused kõikjal jääksid oma tekkimispai- gale, siis oleks tulemuseks, et värsked kindlad kivimid igal pool oleksid kaetud tüseda murenemisrusuga ja murenemine võiks edasi areneda ainult selles viimases. Tegelikult ei jää murenemissaadused kaugeltki alati kohale, vaid paljud välistegurid kõrvaldavad neid tekkimispai- galt.

Tähtis osa on kõigepealt raskustungil: kui murenemine toi- mub järsakutel või järskudel nõlvadel, siis varisevad kivid ja rusu ülaltpoolt nende jalale, tekitades r u s u k a l d e. Näiteks on Eesti paekaldas enamasti ainult ülemine ja väiksem osa nähtav kindla aluspõhja kihtidena. Allpool matab järsakut ülevalt varisenud rusu, mis sisaldab suuri paelahmakaid, aga ka peent ainet, ja moodustab temal kasvava metsa ning võsaga metsikumaid maastikke Eestis. Paiguti on paekallas üleni jää- nud rusu alla ja ainult järsud nõlvad reedavad ligikaudselt tema endist asukohta.

Mäestikes, eriti ariidsetel aladel, võib allavariseva murene- misrusu lademeid iseäranis hästi tähele panna: mäed upuvad iseenda rususse.

Niisketel aladel see rusu ei jää nii kergesti lõplikult pea- tuma: pinnastesse imbunud vihmavesi põhjustab nende suurema liikuvuse, mistõttu suured rusumassid võivad hakata uuesti allapoole libisema. Tekivad m a a l i b i s e m i s e d ehk m a a - l i h e d, mis sageli põhjustavad hävitust asulateski. Väikeste kõrgusvahedega maastikel on tegemist vähem katastroofiliste libisemistega, aga ka meil Eestis võib kõikjal oruveerudel ja mäenõlvadel kevadiste ja sügiseste suurvete ajal märgata pikal- dast pinnaste allapoole vajumist, nn. m a a r o o m a.

Tuul, voolav vesi, jääliustikud ja merelained täiendavad murenemise ja raskustungi tööd mitmekordselt. Igauks neist tegureist haarab murenemissaadusi, kannab neid ja purustab neid omavahelise hõõrumise teel, kui ka nende abil teisi kivi- meid. Tulemuseks on kõigi kõrgendike madalamaks kulumine agade jooksul, nn. d e n u d a t s i o o n ehk k u l u t a m i n e.

Sellega käib rööbiti aga nõgude täitumine samade tegurite kaasabil, mis lõhkuva töö kõrval ehitavad üles ka uusi kihte. Seetõttu tuleb iga välistegurit eraldi vaatluse alla võtta nii lõhkuva kui ülesehitava tegevuse seisukohalt.

#### 4. Tuule tegevus.

Tuule peamine tegevusväli on kõrbedes ja merel, kus puuduvad takistused tema teel. Merel on suur tähendus tuule tekitatud lainetel; need aga tulevad vaatlusele koos kõigi teiste nähtustega, mis puudutavad merd.

Tuul on võimeline maast üles keerutama tolmu ja peent liiva. Me oleme harjunud sellega, et see üleskeerutatud tolmu ja liiv mitte kaugel jälle maha langeb. Kõrbedest võivad aga tolmu-massid kanduda tuhandete kilomeetrite taha. Sahara tolmu on kandunud laiadele aladele Lõuna-Euroopas, samuti Kesk-Aasia kõrbedest näit. Hiinasse. Viimasel juhul on sellest tolmust moodustunud kuni 600 m paksused lössikihid Hiinas. Samalaadset lössi on moodustanud tuuled ka jääajal Euroopas mannerjää ümbruses, kus leidis palju peent tolmuks hõõrutud kivimimaterjali.

Kus tuule võimusesse satub peent liiva, seal tekivad omapärased tuiskava liiva kuhjatised — luited, millede teke sarnaneb lumehangede tekkega. Mõnest kivist, põõsast, tarast või muust takistusest jätkub, et selle varjus hakkaks kuhjuma tuiskliiva; selline väike alge kasvab kõrgeks liivahangeks ja võib hakata edasi rändama valdava tuule suunas, mattes enda alla kõik, mis ette juhtub — metsa, majad jne. Tuiskavat liiva saab kinnitada liivalembese taimestiku istutamise teel luite pinnale. Harilikult esinevad tuiskliivad mere ja teiste veekogude rannikul; kui me neid leiame kaugel praegusest rannast, siis tähistavad nad harilikult endisi randjooni. Kõrvealadel ei ole sellist seost endiste randjoontega.

Tuul mitte üksnes tõstab, kannab ja kuhjab liiva ning tolmu, vaid teostab nende abil suurt kuluvat tööd. Tuule jõuga vastu kivimipindu paisatud liiv kulutab neid aegamööda üsna tunduvalt. Ühtlased kivimipinnad hõõrutatakse sel kombel siledaks, kuna mitteühtlastel kujunevad kärjed ja uurded. (Tehnikas kasutatakse nn. liivajoaseadist klaasi, metalli ja portselani pindade lihvimiseks ja poleerimi-

seks, kusjuures kunstliku õhusurvega puhutakse töödeldavale pinnale liivajuga.) Tuule hõõrutava tegevuse tunnistajaks tuiskliiva aladel on nn. tuuletahukad, 3—4 siledaks ihutud tahuga lamedad kiivid. Need siledad tahud on tekkinud seetõttu, et tuultel on teatud kohtades valdavad suunad, mis nendest suundadest töötlevad juhuslikke maas lamavaid kive lamadaks ja siledaks.

Humiidsetel aladel, kus taimkate ei võimalda suuremal määral tuule üleskeerutatavat ja ärapuhuvat tegevust, ei oma ka tema kulutatav toime tähtsust. Meil omandab tuule tegevus suurema tähenduse ke-

vaditi peale maa kuivamist, kui taimkate veel ei ole tärganud. Siis võib liivastel maadel toimuda küllalt suuri peeneterise ainese ümberpaigutamisi.



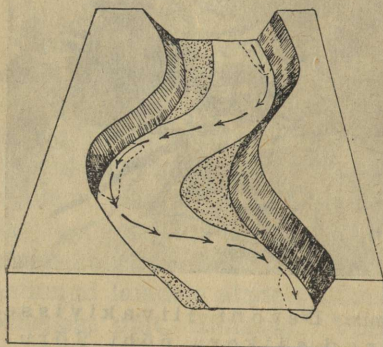
10. joonis. Devoni liivakivisse lõikunud sälkoru põhi Võrumaal. Suurvete veeretatud munakad lamavad kuival ajal liikumatult veevoolu sängis.

## 5. Voolava vee tegevus.

Iga suurema vihmavalangu puhul võib kõikjal näha voolava vihmavee geoloogilist tegevust: kõigil veerudel ja nõlvadel kujunevad veenired, mis kaasa kisuvad tolmu, muda ja liiva, tekitades vihmaurdeid. Järsematel nõlvadel võib üksainus tugev vihm sisse lõigata kuni meetri sügavuse ja mõnekümne meetri pikkuse kraavi. Järgmised vihmad süvendavad ja laienevad seda tööd ning tulemuseks on sälkoru tekkimine, nagu neid Lõuna-Eesti sügavate jääaegsete orgude veerudel väga tihti võib näha. Vihmaurete ja sälkorgude kiire tekkimise eelduseks on lahtise mulla, liiva, kruusa või saue olemasolu veerul või nõlval, mida mööda voolab vihmavesi. Kõvemate või kõvemini liitunud kivimite puhul ei arene see nähtus nii kii-

resti. Vihmavee poolt väljauristatud aines (muda, liiv, kruus) kuhjub tavaliselt sama nõlva jalamile uhtekuhikuna. Selles kohas muutub siis nõlv laumaks.

Ojad ja jõed teostavad uuristamist, kandmist ja settimist juba palju ulatuslikumalt. Kui vaadelda suurimaid jõgikondi Maakeral, nagu Amazonas, Mississippi või Rein ja Doonau, siis näeme, et nende lähted asuvad kõrgel mäestikes; mäestike piirkonnas tormavad veed suure kiirusega järsuveerulistest orgudes allapoole. Siin on jõgede ülemjooks. Mäestikueelsetel madalamatel maadel väheneb voolu kiirus, kujuneb keskjooks, kuna mere-



11. joonis. Põrke- ja laugveeru väljakujunemine jõesängis. Nooltega joonistab kiireima voolu teekonda.

ranniku lähedastel tasandikel areneb laisalt voolav alamjooks lamedates orgudes.

Jõgede lammutav, uuristav tegevus on kõige hoogsam

Ülemjooksul, kus suure kiirusega voolav vesi on võimeline mitte ainult haarama ja kandma liiva ning kive, vaid ka nende viimaste abil uuristama oma sängi sügavamaks. Kujuneb kärestikke ja koski seal, kus vesi voolab üle vastupidavamate aluspõhjakihtide, millede lammutamine võtab rohkem aega kui ümbritsevate vähem vastupidavate oma. Järsakutel langevad alla jõad. Viimased kujunevad mitte ainult ülemjooksul, vaid ka teistes jõeosades, kus vooluvee teel on järsak või astang.

Keskjooksul jääb uuristav tegevus väiksemaks, esikohal on kandmine; vooluveed kannavad ainst nii hõljuva peenainese näol, kui ka veeretades liiva ja kive mööda oma sängi põhja. Mida väiksemaks jääb voolu kiirus, seda peenemaks jäävad veeretatava ainese terad, sest suuremad setivad ja jäävad paigale.

Alamjooksul nihkubki esikohale settiv tegevus, mis on suurim jõe suudme alal, kus vool soikub. Siin kujunevad deltid — rohkete jõeharudega üksteisest eraldatud settematerjali saarestikud. Alamjooksu tunnuseks on rohked jõelooked,

mis on tingitud põrke- ja laugveeru väljakujunemisest jões selle tagajärjel, et suurim voolukiirus ei püsi keset jõge, vaid läheneb kord ühele, kord teisele kaldale. Alamjooksul kujunevad ka rändavad liivamadalikud, mis on suureks takistuseks laevasõidule ja võrreldavad tuule jõul ümberpaigutatavate liivaluidetega.

Jõgede geoloogilise toime tähendus mitmekordistub suurvee ajal. Väiksemate jõgede puhul meil, kus jõed ja ojad suvel peaaegu täiesti ära kuivavad ja ka talvel on veevaesed, on nende geoloogiline tegevus koondatud peaaegu ainuüksi suurvee ajale. Siis uuristavad nad oma sängi, kannavad suuri muda- ja liivamasse ning setivad neid nii suubumiskohal kui ka üleujutatavatel orulammidel väljaspool oma sängi. Selle tagajärjeks on uhtelammide viljakuse tõus kui ka kallaste kõrgemale kasv, mõnel juhul isegi seevõrra, et kogu jõe säng ümbrusest kõrgemale tõuseb (näit. Po jõgi alamjooksul). Eestis orulammides voolavate jõgede kaldad on sageli kõrgemad kui ümbritsev luht.

Jõgede uuristamine toimub nende sängi süvendamise ja laiendamise teel ülespoole, s. o. sinnapoole, kust vesi voolab. Seetõttu võib jõgi nagu kraaviga läbi lõigata kõrgendikke; mitme lisajõega jõgikond lõikab kõrgendiku üksikuteks osadeks, mis omakorda väiksemate lisajõgede ja vihmavete uuristusel kuluvad ja madalduvad. Lõpptulemuseks on terve vesikonna üldine madaldumine. Nii võib kõnelda uuristamise ringkäigust (erosioonitsüklist), mis algab kõrgendikul arenevate lisajõgede edasitungiga, jätkub nende orgude väljakujunemisega ja lõpeb lisajõgede-vaheliste kõrgendikuosade madaldumisega. Tekib peaaegu tasane maa — pigatasandik. Kui pigatasandik kas epirogeneetiliste või orogeneetiliste nähtuste tulemusena satub kõrgemasse asendisse, siis võib erosioonitsükkel jälle alata. See ringkäik toimub mõõtmatult pikkade aegade jooksul. Mõeldes aja pikkusele, mis on vajalik selleks, et mäestikku kulutada pigatasandikuks, võib luua endale mingi aimuse geoloogilise aja mõistest.

## 6. Põhjaveed.

Mitte kõik veed, mis sademetena maapinnale langevad, ei voola jõgede näol meredesse. Osa veest imub maasse, nõrgub lõhesid ja poore mööda allapoole, kuni jääb peatuma läbitama-

tul kihil ja täidab kõik õõned ning poorid kivimis. Kujuneb nn. põhjaveesi, mille pealispind ei ole nii tasane kui vabadel vetel, vaid kõrgendike kohal tõuseb kõrgemale, orgudes laskub allapoole. Põhjavees tekivad ka liikumised — kõrgemast kohast voolab vesi madalamatesse; see voolamine on aga takistatud ja toimub palju pikaldasemalt kui pinnavetel.

Põhjaveete levik ja liikumine oleneb kivimite lõhedest ja pooridest, nende läbitavusest. Lõhestatud ja urbsed kiviliigid, nagu paed, liivakivid, kruusad ja liivad on läbitavad, nad võivad sisaldada kuni 40% oma mahust vett, neis võib see vesi voolata ja neist võib vett ammutada.

Mitte-läbitavad kivimid on lõhestumata, väga väikeste pooridega, mis küll vett vastu võtavad, kuid seda edasi ei anna. Sellised on nimelt väga peeneterised kivimid, nagu savi, aga ka kõik tihedad aluspõhja-kivimid. Umbes 1000 m sügavuses on seal valitseva rõhumise tõttu kõik poorid ja lõhed nii väikeseks kokku surutud, et nad enam põhjavett ei sisalda.

Põhjaveete lammutav tegevus seisab nende lahustavas mõjus kivimitele, mida nad läbivad. Et Eesti aluspõhjas on lubjakivimid väga levinud, siis sisaldavad põhjaveed siin rohkesti süsihaput kaltsiumi ja magneesiumi, mis põhjustab põhjavete nn. kariduse. Lubjakivide lahustamise tagajärjel tekivad ja laienevad õõned neis kivides, moodustuvad koopad ja salajõed; koobaste sisselangemisel tekivad lehitraolised nõod, millede põhjas leiduvad harilikult pinnavett neelavad avad, nn. kurised või urked. Kuristesse kaduv vesi ilmub maa-aluse teekonna järel jälle maapinnale tõusmete e. uhtallikate näol. Kõiki neid nähtusi võib tähele panna Uhaku jõel Virumaal, Kuivajõel Kose kihelkonnas, Mustjalas Saaremaal ja mujal. Pea igal pool paealal esineb üksikuid urkeid, kuhu kevaditi kaob vesi. Need nähtused kannavad üldiselt karstinähtuse nimetust Karsti mäestiku järgi Triesti ja Fiume vahel, kus nad laialdaselt on levinud.

Lahustunud kujul kannab põhjaveesi süsihaput kaltsiumi pikki maid, kuni ta teda teisel lõhedes ja õõntes uuesti sadestab, või viib lubjarikka vee allikate kaudu jõgedesse, või siis sadestab seda süsihaput kaltsiumi allikate ümbruses nn. allikalubjakivina ehk lubjatufina. Sadestamisele aitavad kaasa kõrgem temperatuur maapinnal ja rohelistel tai-

med; need tegurid võtavad veelt süsihappegaasi, milline soodustab lubjakivi lahustamist. Seetõttu leiamegi allikalubjakivis sammalde, puulehtede ja muude taimeosade vorme ning valatisi. Süsihapu kaltsium võib aga ka nende taimede kaastegevuseta sadestuda: seda näitavad tilkkivid e. stalaktiidid vanades võlvialustes, eriti aga maa-alustes koobastes, mis on põhjavee lahustava tegevuse suurejoonelisemaid tunnistajaid.



12. joonis. Paekihtide vahelt oruveerul väljavoolav veerikas allikas Vana-Irboska juures.

Põhjaveses lahustub ka mitmesuguseid teisi ühendeid, nagu ränihapet, mitmesuguseid sooli, väävelvesinikku, süsihappegaasi jne., mis allikaveses maapinnale ilmudes moodustavad mineraalveeallikaid. Vulkaanilistes piirkondades on nende allikate vesi sageli kuum (Islandil, Uus-Meremaal jm.). Harielikud allikad tekivad seal, kus põhjavee pind lõikab maapinda, nii et põhjavesi võib hakata voolama maapinnale. Erijuhtudel, nimelt siis, kui põhjavett kandev kiht on suletud läbitamatute kihtide vahele, võib põhjavesi selles kihis olla surve all ja põhjustada arteesiaallika tekkimise.

Põhjavesel on suur rakenduslik tähendus ühest küljest selle tõttu, et neist ammutatakse enamasti joogi- ja muud tarbevett, mispärast tervishoiu-, veevarustus- ja tööstusasutised vajavad täpseid andmeid vastava ala põhjavee oludest. Teisest küljest aga võivad põhjaveed moodustada ebasoodsa teguri ehitustele ja tööstusettevõtetele, näiteks teha raskusi alusmüüride rajamisele või kaevanduste kasutamisele. Ka need asjaolud nõuavad põhjavee lähemat tundmaõppimist, mistõttu veegeoloogilised ehk hüdrooloogilised küsimused nõuavad endile kultuurimais ikka rohkem tähelepanu.

## 7. Jääliustikud.

Kõrgmäestikes, pealpool lumeraja, kuhjuvad paiguti lume-massid, mis oma raskuse tõttu muutuvad sõmerlumeks (firniks). Sõmerlumi omakorda liitub ikka tihedamini kokku ja moodustab jää, mille suurte massidena on poolplastilisi omadusi: raskustungi mõjul hakkab ta allapoole voolama, täites olemasoleva orundi tihedalt ja liikudes keskosas kiiremini kui vastu voolusängi puutuvates osades.

Tekib kilomeetreid ja isegi kümneid kilomeetreid pikk jää-jõgi — liustik e. liustikukeel, mis ei sula kohe lumerajal, vaid tungib palju allapoole.

Järskudel oruveerudel langeb liustikule murenemise tõttu mitmesuguses suuruses kaljusid ja kive, liikuv jää haarab endaga ka kaljualusest kaasa kõik, mis tal vähegi kättesaadav on, ja nii moodustuvad moreenid — pind-, kül-, sise- ja põhimoreen. Moreenis on väga mitmesuguse suurusega kivimipalad üksteise kõrval: suured kaljumürakad, munakad, liiv ja peen tolm — kõiki kannab jää ühesuguse kiirusega. Kivid ja peenem aines hõõrdub, puutudes kokku omavahel ja liustikusängi põhjaga. Teekonna lõpul on munakad kõik ümmardatud, siledaks ihutud ja ainult üksikud kriimud reedavad, et on olnud ka võrdlemisi värskeid kokkupõrkeid endasugustega liikuvusjääs. Põhimoreen omakorda kulutab liustiku sängi, andes sellele pika mollitaolise kaju.

Liikuvast jääst kuhjub moreen liikumatuna liustikuotsa juures, kus jää sulab ja moodustab ots- ja servmoreene. Sulamisveed töötavad osa moreenmaterjali ümber, sordivad seda kruusadeks ja liivadeks ning setitavad otsmoreenide ümbruses seljakute ning lamedate kuhjatistena samasugustel alustel, nagu toimub deltade settimine jõesuudmetes.

Jääliustikud meenutavad mitmeti jõgesid, kuid on ka erinevusi. Üheks erinevuseks on silekaljude väljavoolimine liustiku teel. Kõvemad kaljud voolib jää siledaks, suutmata neid täiesti ära kulutada. Seejuures jääb vastu liustiku liikumist suunatud silekalju ots laumaks, vastaspool järsemaks. Silekaljud võivad olla mitmesuguse suurusega — alates mõnemeetrise läbimõõduga kuni kilomeetreid pikuti ja laiuti levivateni.

Oruliustikkude kõrval on väga suure tähtsusega jääkatted, mis levivad tervete mandrite ulatuses, nn. mannerjääd.



13. joonis. Sile kalju — jää ihutud ja kriimustatud kalju Norras.

nagu see esineb Gröönimaal ja Lõunanaba-mandril. Siin on tegemist kuni 3000 m paksuse jääkattega, mis servades moodustab keelekujulisi liustikke mitmesuguses suuruses, vastavalt maastikule, millel nad levivad. Mannerjää-kattes toimub jää liikumine kogu ulatuses keskkohast servade poole. Samades suundades ja samas ulatuses toimub aluse uuristamine ning tekiva põhi- ja sisemoreeni kandmine. Mannerjää servas, sageli tuhandete kilomeetrite kaugusel oma päritolu kohast, jääb viimane lõppeks maha mitmesuguste moreenkuhjatiste ja moreenmaastikkudena.

Sellise mannerjää ala parimaks näiteks on Loode-Euroopa, kus jääajastikul levis korduvalt mannerjää. Eesti moodustab väikese osa sellest alast, kus levivad mitmesugused mannerjää kulutamis- ja kuhjamisvormid. Põhja- ja Lääne-Eesti paepealsed kannavad sageli jälgi jää kulutavast toimest: seal, kus paepeal ei ole murenenud, säilitab ta veel tänapäeval paarikümne tuhande aasta eest liikuvate munakate läbi saadud kriimustusi, olles muidu siledaks ihutud ja kulutatud. Kus paedes esines vastupidavamaid, kõvemaid masse, nagu seda on rahumoodus-

tised mitmesugustes (gotlandiumi) lademetes, seal on nad kõvikutena, mis oluliselt vastavad silekaljudele, püsima jäänud (näit. Kirblas, Lihulas, Kuresel jm. Pärnu- ning Saaremaal). Mannerjää kulutav, aga ka kuhjav toime avaldub suurtes joontes loode—kagusuunalises viirulisuses, mida võib Eesti maastikus mitmel alal tähele panna, sest selles suunas enamasti toimus siin jää liikumine. Selles suunas asetuvad poolsaared ja neemed Põhja-Eesti rannikul ja saartel, samas suunas esinevad ka Läänemere ja Soome lahe põhja ebatasasused. Eriti rohked on Eestis kruusade, liivade ja moreeni kuhjatised, mis mannerjää on maha jätnud sulamisel. Eesti aluspõhjale võõrad tard- ja moonekivimitest munakad ja kaljud moodustavad ühe osa neist kuhjatisist.

Need nn. r ä n d k i v i d ja r ä n d r a h n u d tõmbasid endile tähelepanu juba ammu enne, kui teati midagi varemast suurest mannerjää levikust. Nende siiakandumist püüti seletada suurema mere levikuga Loode-Euroopa madalmail varemmail aegadel; merel ujuvad jäämäed arvati siis kaljusid toonud olevat Põhjamaade liustikest (jääaju- e. drifti-teooria). O. Torell (1875) selgitas esimesena, et mitte meri, vaid mannerjää on levinud jääajal väga laialdasel alal Loode-Euroopas. See nn. jääaja-teooria on leidnud niipalju tõendeid mitte ainult Loode-Euroopast, vaid ka Põhja-Ameerikast, samuti lõuna-poolkera mailt, et praegu see teooria ei ole enam kõigutatav. Vaieldavad on veel jääaja, õigemini jääaegade põhjused. On nimelt selgunud, et mannerjää on jääajastikul vähemalt neli korda levinud ja jälle tagasi tõmbunud, nii et jääaegadega on vaheldunud jäävaheajad, mil jälle tärkas elu enne jääga kaetud maal, kuni uus mannerjää pealetung selle hävitas.

Veel rohkemgi on selgitanud geoloogiline uurimine: jääajad on korduvalt esinenud Maa ajalooos kogu selle kestusel, mannerjää on katnud suuri osi Maa pinnast kõigil mandritel, kuna samal ajal teisel jätkus elu. Seega on jääajastikud üks osa Maa ajaloo seaduspärasusist.

## 8. Meri geoloogilise tegurina.

Mere osatähtsus Maa pinnal on seevõrra suur, et merele on käesolevas õpperaamatus pühendatud eri osa. Siinkohal toome ülevaate mere geoloogilisest toimest. Mere lõhkuv ja lammutav

tegevus avaldub eeskätt järskudel rannikutel ja eriti mere pealetungi puhul mandrile. Vägeva kohina saatel ründavad lained järskrannikut; lainete löögijõud eraldab kaljustest murenenud osi ja paiskab neid uuesti — kivide ja liiva näol — vastu kaljusid tagasi. Kordub sama nähtus, nagu tuule hõõrutamise, jõgede ja jääliustike uuristamise puhul: kivid ja liiv on tööriistaks, millega lained purustavad ja kulutavad randa. Lõhestatud rannakaljudest aitab kaasa ka õhusurve, mida lainete jõud sulgeb neisse lõhedesse.

Nende abinõudega kulutab mere murrutus endale esmalt tasase rannikulava, millele pikapeale ei jää püsima ühtegi kõrgemat kaljut. Mere pealetungi puhul mandrile nihkub see rannikulava maa poole ja tulemuseks võib olla tervete mandrite laudtasaseks kulutamine (abradeerimine, abrasioon). Kui mere pealetungile järgneb tema taganemine, jäävad püsima viimase ranna tunnused — rannikulava, rannajärsak ja rannaliivad ning -kruusad. Loode- ja Lääne-Eestis võib selliseid endisi, pärastjääaegseid mererandu tundma õppida paljudes kohtades.

Lauskrannikul ei ole lammutamisel sellist osatähtsust. Seal peenendab ja purustab murrutus eesleiduvaid kivimeid ja setitab neid uuesti, sageli peeneteriste muda- ja liivsetetena, sest rannikuala ei ole ainult lõhkumise ja lammutamise ala, vaid siin kuhjavad lained ka randvalla üles rannale, liiva ning muda rannikuvette. Lauskrannikul on iseloomulik liiva- ehk leetkehvite kuhjumine rööbiti rannaga.

Samuti toimub liiva ja kivide kandmine rööbiti rannaga: liivaterad, mida lained paiskavad rannale, ei jää ühele ja samale kohale, vaid rändavad valdavate tuulte suunas piki randa. Nii näiteks toimub Läänemeres selline rannaaju piki Läänemere lõunarannikut ida poole ja seetõttu kujuneb etteulatuvate neemede tippudest itta suunduvaid, pikki ja kitsaid liivast m a a s ä ä r i, mis eraldavad merest madala lahe — s ä ä r l ö u k a (näit. Kurisches Haff ja Frisches Haff Ida-Preisimaa rannikul).

Palju laiaulatuslikum on aga edasikandumine ja settimine meres, mis toimub merehoovuste kaasabil. Meri kõige laiemas mõttes on ju selleks basseiniks, kuhu voolavad veed toovad oma koorma kõigilt mandritelt. Kõige peeneterisemad osad sellest koormast on võimelised läbi tegema pikki rännakuid merevees, enne kui nad leiavad pikemaegse puhkepaiga mere põhjas.

Ometi ei ole need rännakud piiramatult pikad: soolases merevees toimub settimine kiiremini kui magedas jõevees ja tuhandeid kilomeetreid mandri mäestikest rännanud muda leiab endale asukoha mõnekümne kuni paarisaja kilomeetri laiuses mereribas ranniku lähedal. Liivaterad oma raskuse ja suuruse tõttu setivad rannale lähemal, kuna saue moodustavad peened terad kantakse kaugemale; osa neist jääb ka ranna lähedusse.

Milliseid saue- ja liivamasse sel kombel mere põhja võib kujuda, näitab nn. kambriumi sinisavi, mis Põhja-Eesti paekaldas moodustab alumisima kihi. Selle sauelademe kogupaksus tõuseb paiguti ligi saja meetrini. Ühes temale all ja peal leiduvate meres settinud liivadega on paiguti tegemist üle 200 m paksuste lademetega. Ja need lademed ulatuvad maasügavuses Lääne-Eestist kuni Laadogani, Soome lahest kuni Väina jõeni.

Meri ei ole ainult passiivne settematerjali vastuvõtja, mida temale toovad jõed mandritelt. Ta toodab seda ka ise — ja õige suures ulatuses — meres elutsevate loomade ja taimede kaasabil. Väga paljud mereloomad ehitavad oma kodasid ja skelette süsihapust kaltsiumist, nagu näiteks korallid, karbid, teod; ka vetikad koondavad sageli sama materjali ja moodustavad mitmesuguse suurusega lubjamügarikke. Lõunamaa meredes on seal levivad korallrahud parimaks näiteks mereelustiku kaasabil tekkivatest lubjakivimitest. Need on massiivsed, auklikud ja konarlikud lubjakivid, mida me tunneme ka mujal paljudes lademetes mineviku meredest.

Rahumoodustised on pindalalt siiski piiratud. Mõõtmatud merepõhja aladel sajab aga vihmana põhja nii mikrokoopiliste kui ka suuremate mereorganismide skelette. Osalt säilivad need skeletid ja kojad, osalt aga lagunevad nad peeneks mudaks. Hiljemini kõvastub see muda ja moodustuvad mõõtmatud lubjakivide lademed. Eesti aluspõhjas on selliseid lubjakive u. 400 m kogupaksuses, milliste jätke tuntakse aga nii idas kui läänes ja lõunas veel palju kaugemal Eesti piiridest.

On kergesti arusaadav, et mandritelt kandunud liiv- ja saused segunevad meres tekkiva lubjamudaga. See segunemine võib toimuda väga mitmesugustes suhetes, nii et tekkivad setted ja kivimid esitavad nii puhtaid lubjakive, liivakive ja sauesid, kui ka üleminekuid nende setete ja kiviliikide vahel.

Meresetteid iseloomustab üldiselt nende laiaulatuslik levik, korrapärane kihitus ja mereorganismide jäänuste sisaldus.

Arvestades neid tunnuseid, võib öelda, et valdav osa setekivimeid, mida me näeme praegustel mandritel, on meresetted.

## 9. Organismid geoloogilise tegurina.

Eespool on juba osutatud organismide osale kivimite lammutamisel murenemise puhul. Samuti on võimatu kõnelda merest ja meresetetest, ilma et seejuures peatutaks organismide suurel tähendusel meresetete moodustajatena. Aga ka mandritel moodustavad organismid laialt levinud ja rakenduslikult tähtsaid setteid. Mainime vaid turbarabasadid, kus tekib meetritepak-susi turbakihte. Kaugemas geoloogilises minevikus moodustus samalaadsetes tingimustes neid kivimeid, mida me praegu tun-neme pruunsöe ja kivisöena. Praegu tekkiva turba moodusta-misel on peatähtsus sammaldel ja teistel rohttaimedel. Kivisöe ja pruunsöe moodustamisel on suurem osatähtsus olnud puit-taimedel. Igal juhul on aga nende orgaaniliste setete tekkimisel oluline, et taimed jäävad vette ja kõdunevad küllaldase hapniku juurdepääsuta. Selle tõttu lagunevad nad ainult osaliselt, eral-davad süsivesinikke (soogaas — metaan), kuna järelejääv aines rikastub ikka enam ja enam süsiniku poolest.

Ka maaõlid on moodustunud organismide jäänustest, ena-masti küll meredes, kus sageli kujuneb hapnikuvaeseid mere-sügavusi (näit. Musta mere sügavamad osad allpool 200 m). Neisse sügavusisse vajuval organismel jäävad hapniku puu-dusel lagunemata mitte ainult skelett, vaid ka pehmed osad, mis aga aegade jooksul sisemise ümberkujunemise tõttu lähevad üle vedelateks, gaasitaolisteks ja ka pooltahketeks süsivesinikku-deks. Need on võimelised immutama kõiki urbseid kiviliike, tun-gima neis edasi ühest paigast teise, nii et neid lõppeks võime leida hoopis teisel, kui asus nende tekkimispaik.

Organismid võivad aga ka aktiivselt moodustada setteid: samblad ja mitmesugused teised taimed, eriti vetikad, eritavad endi ümber allikaveest süsihaput kaltsiumi, moodustades allikalu b j a k i v i, mida väiksemate kogumikkudena võime leida ka Eestis, eriti Lõuna-Eestis (Irboska ümbruses); järve-des tekib samal kombel j ä r v e k r i i t, eriti mändvetikate kaas-tegevusel; järvedes sadestavad r a u a b a k t e r i d samuti maa-get ehk p r u u n r a u a m a a k i. Kuumvee-allikail sadestavad vetikad ja bakterid r ä n i h a p e n d i t, väävlibakterid väävliit

jne.; ka paljusid peeneteriseid kriitjaid meresetteid peetakse sadestunuiks bakterite kaastegevusel. Üldse on ka kõigi orgaaniliste setete tekkimisel suur tähendus bakteritel.

Lammutades ja moodustades setteid aitavad organismid kaasa ka nende ümberpaigutamisele ühest kohast teise. Me võime öelda, et ka liikumisvõimetud organismid, nagu korallid, austrid, lubivetikad jt., seovad teatud paigas lupja, mis pärineb hoopis mujalt ja on saabunud merevees lahustunud kujul. Liikuvad organismid, nagu kalad, kannavad oma kehas seotud mineraalmaterjale tuhandete kilomeetrite kaugusele. Samuti aitab rannalähedases meres munaka külge merepõhjas kinnitunud adru kaasa aineste edasikandmisele, kui ta lainete toimele loksudes kisub endaga kaasa ka munaka.

## 10. Setekivimid.

Iga geoloogiline välisjõud moodustab setteid, mis kannavad selle välisjõu tunnuseid. Tuulesetted on peeneterised liivad ja tolm, jõed annavad kruusasid, liivasid ja muda, liustikud samuti kruusasid ja liivasid, peale selle aga moreeni ja savisid, meres tekib enamik liiv-, savi- ja lubisetteid, kuna organismid põhjustavad orgaaniliste setete ja mitmesuguse teise koosseisuga setete tekkimist.

Kõigil juhtudel on setted algul pehmed, kõvastumata. Aegade jooksul võivad nad kõvastuda vastavalt oma koosseisule ja omadustele, nagu lubjakivid, või erilise liitainega kaasabil. On aga näiteid, kus savi- või liivsetted on jäänud kõvastumata määratu pikkade aegade jooksul. Selliseid näiteid on kambriumi sinisavi Põhja-Eesti paekalda alumises osas; vaatamata oma sadadesse miljonitesse aastatesse ulatuvale vanusele püsib see savi plastilise ega ole muutunud savikiltkiviks. Sellele vaatamata, mille välisjõu toimele teatud sete on tekkinud, võib neid liigitada järgmiselt:

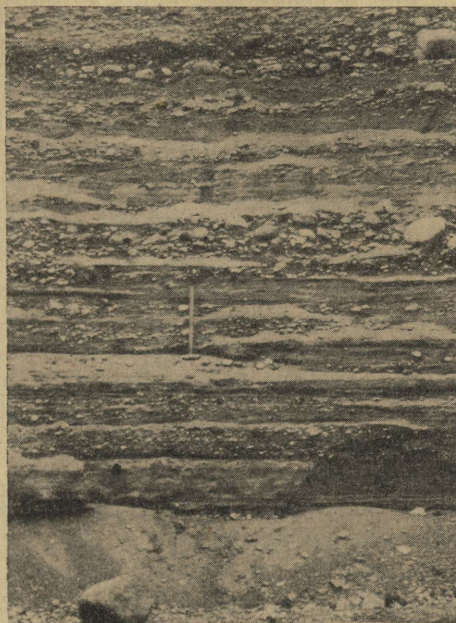
A. Teiste kivimite purustamise teel saadud setted — purdsetted ja purdkivimid.

B. Organismide toimele tekkinud setted.

C. Keemilise sadestumise teel tekkinud setted.

A. Kui geoloogilised välisjõud purustavad kivimeid, siis tekib mitmesuguse suurusega murdosi. Uute tekkivate purdsetete ja purdkivimite omadused olenevad murdosade suurusest.

Nii näiteks nimetame liivaks setet, mis koosneb 2—0,2 mm läbimõõduga teradest; 2—4 mm läbimõõduga terad moodustavad sõmera, mis kujutab endast sõredat, jämedaterist liiva. On terade läbimõõt väiksem kui 0,2 mm, tekib tuhkjase sete, mida nimetatakse vesiliivaks ehk mõlliks, kui tema terade läbimõõt kõigub 0,2—0,002 vahel. Veel peenerisem sete on saua. Enam kui 4 mm läbimõõduga terad moodustavad kruusa. Sageli on aga kõiksugused terasuurused ühes ja samas settes esindatud; siis saab ta nimetuse selle järgi, missugune koostesis on ülekaalus.



14. joonis. Kruusa augu sein Võru lähedal. Vahelduvad liiva, peene ja jämeda kruusa kihid.

Kruusad on seega jämedaterisemaid purdseteid. Nad tekiavad mererannas, jõgede sängis, liustike ja manerjää sulamisvete toimel, kui lammutamine ei jõua nii kaugele, et murdosad muutuksid peeneks tolmuks. Kruusa munakad võivad koosneda väga mitmesugustest kiviliikidest ja omada erinevat kuju: mererannas ja jõesängis tekivad lapikud munakad, kuna jääveed kujundavad rohkem ümmaraid. Eestis on väga tihti leida just jäävee kruusaid, enamasti koos liivaga seljakutes, mis on tekkinud jääaja lõpul. Kuid ka mereranna kruusad on randvallidena näha seal, kus praegune või endised mererannad on murrutanud katmata paepealseid. Mereranna kruusad on peenematest teradest sageli puhtaks uhitud ja koosnevad peaaegu täiesti lamedast klibust.

Kruusäsid kasutatakse materjalina eriti teede ehitusel, rohkesti ka betooni valmistamisel ja täitematerjaliks mitmesugustel otstarvetel.

Kui kruusadesse tungib liitaineline, näiteks raua- või lubjaühendeid, siis tekib liitunud kivim, mida nimetatakse konglomeraadiks. Kui konglomeraati leidub suuremas ulatuses teiste kihtide vahel, siis annab see tunnistust aset leidnud mereüleujutusest, — see on siis liitunud rannakruus. Maa ajaloo selgitamise seisukohalt on mere üleujutustel suur tähendus, seetõttu ka konglomeraatide esinemine küllalt tähelepanuvääriv.

Vastupidi kruusamunakatele, mis võivad koosneda väga mitmesugustest kivimitest ja erineda ilmelt eri maadel ja aladel, on liiva terad igal pool üle maailma ülekaalukalt ikka kvartsiterad. Esineb ka teiste mineraalide teri liivades — päevakivi, vilku, magnetiiti, tsirkooni jt., kuid nende osatähtsus on väike. Kvartsi valdavale kohale pääsemine on tingitud tema kõvadusest: sageli maakoos esinevatest mineraalidest on kvartsi kõvadus suurim (7). Seetõttu peab tema pikal edasikandumis-teenekonnal vastu, kuna teised tema kaaslased veel peene maks purunevad või koguni keemiliselt muutuvad. Siiski on ränil raske vabaneda kõikjal rikkalikult esinevatest rauaühenditest, seetõttu on sagedad kollased või isegi punased liivad ja liivakivid. Rauavabad liivad on helevalged ja hinnatavad klaasi valmistamise toormaterjalina. Peale selle on aga liivadel määratu rakenduslik tähendus ehitustehnikas ja ehitusmaterjalide valmistamisel (tellised, betoon, krohv, silikaatkivid jne.). Et peenemate tolmutaoliste osakeste rohke esinemine liivas enamasti on ebasoodus tema rakenduslikele omadusile ja et looduses väga tihti lisandub liivale tolmu ja saue, siis ei ole rakenduslikult sobiva terasuurusega liivade leidmine alati kerge.

Liivaterade liitumisel räni enda, rauarooste või lubja abil tekib liivakivi, mis võib olla väga mitmesuguse kõvadusega — sõrmede vahel pudenevast kuni sellisteni, milledest ka vasaraga on raske tükki ära lüüa. Vastavalt terasuurusele ja kõvadusele kasutatakse liivakive ehituskiviks, käia- ja tahukiviks jne. Eestis leiduvad liivakivid on enamasti pudedad, nii et ehituskiviks teda siin pole saadud tarvitada. Käiade valmistamist on katsetatud paaris kohas, kuid parema välismaise kiviga ei saa ka see võistelda.

Liivade ja liivakivide üheks rakenduslikult tähtsaks omaduseks on nende poorsus. Liivaterade vahele jääb tühja ruumi kuni 40% kogu kivimi mahust. Seda ruumi kasutavad põhjaveed, mistõttu harilikult liivakividesse, kus neid leidub, süvendatakse kaevud. Aga ka muid vedelikke võib koguneda liivakivide pooridesse, näiteks maaõli ühes seda saatvate gaasidega. Nii vee kui maaõli kogunemine on ikka tingitud geoloogilisest ehitusest vastavas kohas, mitte liivakivist endast.

Tekkelt on liivad ja liivakivid kas kõrve, mere, jõe või jäävee päritoluga, mida iga kord ei ole kerge kindlaks teha.

Purdkivim, mis koosneb pisimatest murdosakestest (alla 0,002 mm) on s a u. Ainult vähestel juhtudel kuuluvad need osakesed ühele ja samale mineraalile, nagu näiteks kaoliini ehk portselansauel puhul, mis koosneb kaoliini osakestest. Kaoliin on päevakivide keemilise murenemise saadus ja esineb hulgaliselt neil aladel, kus on päevakivirikkaid mineraale sattunud porsumist soodustavatesse kliimaoludesse. Eestis võib kaoliini moodustumist tähele panna raudkividel, mis on kaua lamanud soovees — need on kaetud mõne mm paksuse valge kaoliinirikka porsumiskoorikuga.

Harilikud saued on mitmesuguste värvitoonidega — hallid, kollakad, punakad, sinkjad, violetid jne. Nende koosseisus on väga mitmesuguste mineraalide pisimad murdosakesed (kvarts, päevakivi, vilk jt.), millede hulgas tavaliselt esineb ka erilisi saueminaeraale (kaoliiniiti, haloisiiti jt.). Saeu tähtsamaid omadusi on veeimavus (kuni 70% mahust), mille juures ta paisub ja muutub plastiliseks. Kuivades kahaneb ta jälle ja muutub kõvaks; vee läbiimbumine on aga nii vähene, et tegelikult on sauee läbitamatu. Kuumutamisel kõvastub saue ja kaotab võime uuesti plastiliseks muutuda. Sellele on rajatud telliste, katusekivide ja mitmesuguste savinõude valmistamine. Tarvidust mööda lisatakse seejuures sauele liiva, et vähendada kokkutõmbumist ning pragunemist kuivamisel.

Temperatuuri tõstmisel sulab saue; harilikud saued sulavad 1000—1100° C, kaoliin u. 1600° C juures. Et sauega ja sauest valmistatud kividest tehakse mitmesuguste otstarvetega ahje, siis on raskesti sulavad ja tulekindlad saued eriti otsitavad ja hinnatavad. Eestis ei leidu kaoliiniga võrdset tulekindlat saue, kuid esineb 1400° C piirides sulavaid helehalle sauesid Võru- ja Petserimaal väiksemate leiukohtadena devonikihtides.

Peale ehituskivide ja tarbenõude põletamise tarvitatakse saue väga paljudel muudel otstarvetel (rasvainete ja värvide imamiseks, lisandina kummile vulkaniseerimisel, pliatsi südamikesse lisaks grafiidile, ravimina ja isegi lisandina toiduainetele).

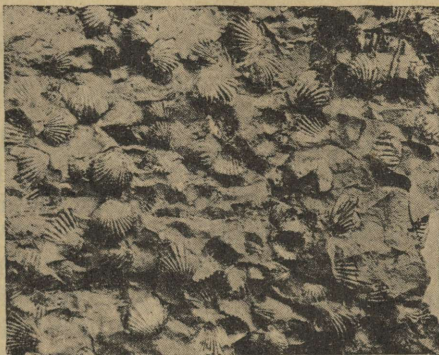
Tekkelt on ulatuslikumad ja suuremad sauelademed mere-setted (näiteks kambriumi sinisau, mitmed devonisaued Eestis jt.). Väga levinud on Eestis jääaja lõpul jää sulavetest tekkinud viirsavid ja hilisemad uhtsavid igal pool maastikunõgudes. Paiguti on ka jääaegne moreen peaaegu plastiline savi, ainult väheste munakatega. Samuti kui liiv võib sisaldada saue suurusrühma kuuluvaid osakesi, nii võib ka sau sisaldada liivateri. Liiva sisaldav sau on savi ja viimane ongi tavalisem kui puhas sau.

Sau liitub kõvaks kivimiks ja moodustab siis sauekiltkive e. sauekiltu, mis lõhenevad enam või vähem kergesti õhukesteks kiltadeks. Harilikult on need kildad tumedad kuni mustad; hästi lõhestuvaid kasutatakse tahvlitena katuste katmiseks (katusekilt), kirjutustahvlitena jne. Sageli sisaldavad sauekildad orgaanilisi aineid ja kuuluvad siis juba õlikivide hulka. Eestis on selliseks nn. diktüoneema-kilt Põhja-Eesti paekaldas, mis sisaldab 20% orgaanilist ainet.

Liivaterade ja saueosakeste suurusrühmade vahele jäävad terasuured (0,2—0,002 mm), milledest koosneb näit. lõss ja seda mitmeti meenutav möll. Neil on liiva ja saue vahepealseid omadusi: sauetoline välimus, kuid nad ei ole plastilised, meenutavad peent liiva, kuid näpu vahel ei tundu teri, vaid jahujas aine. See materjal ongi peene jahuna või tolmuna tuulest kantud ja settinud kas veekogudesse või rohtlatesse, kus ta lõssina moodustab viljaka aluspinna must- ja pruunmuldadele (Hiinas, Ukrainas ja Lõuna-Euroopas). Eestis esineb mölli paiguti ulatuslikumalt endiste jääpaisjärvede settena. Tüüpilisi lõssikihte, nagu lõunapoolseil mail, siin ei esine, kuid õhukeste kihtidena võib mulla all lõssitaolist ainet eriti Lõuna-Eestis tähele panna.

Möll muutub veega täitudes poolvedelaks ja voolavaks ning moodustab seetõttu väga tülrika materjali, millele on võimatu rajada ehitisi ilma eriliste abinõudeta.

Purdkivimitele võib lisanduda lubisete, moodustades lubjarikkaid sauesid ehk mergleid ja lubja-liivakive. Mere geoloogilise toime puhul nägime, kuidas mereloomade ja -taimede kaastegevusel ehitatakse rahulubjakive ja kuidas merepõhja koguneb organismide jäänustest lubjamuda, millest hiljemini kujunevad lubjakivi kihid. Need lubjakivid on harilikult suure leviku ja paksusega. Üksikasjus on nende omadused väga mitmekesised: on kristalseid lubjakive ja tihedaid, peene- ja jämedateriseid, korrapäraselt ja korratult murduvaid, kivistisrikkaid ja -vaeseid, puhtaid ja lisanditega, paksu- ja õhukesekihilisi. Tavaliste lubjapaekihtide kõrval eristatakse kriiti — peeneterist jahujat lubjakivi, mille tekkel on suur tähendus üherakulistel lubikojaga organismidel — foraminifeeridel.



15. joonis. Kivistisrikas lubjakivi Saaremaalt.

Lubjakive moodustub ka mujal kui meres: allikalubjakividest ehk kobekividest oli kõnet juba põhjavete ja organismide tegevuse puhul, samuti järvekriidist. Üldse näitavad lubjakivid sageli väga selgelt oma teket organismide kaastegevusel, eriti siis, kui nad peaaegu täielikult koosnevad kivististest. Eestis leiduv boreaalilubjakivi, mida Tamsalu ja Rakke ümbruses kasutatakse suureviisiliselt lubjapõletamiseks, koosneb näiteks peaaegu täielikult käsijalgse *Pentamerus borealis*'e kodadest. Arvestades selle lubjakivi paksust Ida-Eestis 10—15 m peale ja tema levikut üle kogu Eesti ala läänest itta, näeme, et on vajalikud olnud mõõtmatud hulgad seda organismi nende lademete ülesehitamiseks. Sageli esineb ka mereliiliate varte ja kodade osakestest moodustatud kristalseid lubjakive; selliseid on näiteks Vasalemma marmor — jämedakristalne lubjakivi, millel mõnede marmoritega on teatavat sarnasust. Lubjakivide rakenduslik kasutamine on väga mitmekesine ja laialdane. Peale ehituskivi saab lubjakivist muid ehitusmaterjale — lupja ja koos

sauega — tsementi. Peale selle on aga lubjakivi kasutamine tööstuses, eriti keemilises tööstuses, väga mitmekesine. Ka põllumajanduses tarvitatakse teda väga suurtes hulkades, sest nii taimed kui loomad vajavad oma ainetevahetuses lupja.

Lubjakivile väga lähedane on dolomiit, koosseisult  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ , veidi kõvem ja suurema erikaaluga kui lubjakivi. Sageli on dolomiidid auklikud ja urbsed, mis osutab vee lahustavale toimele selles kivimis. Esineb lubjakive, kus  $\text{MgCO}_3$  on vähem kui korrapärasel dolomiidis; võib olla kõiksugu üleminekuid lubjakivi ja dolomiidi vahel. Eesti aluspõhjas on mõned lademed ülekaalukalt dolomiitsed, nagu näiteks Saaremaa kesk- ja idaosa aluspõhi. Võib aga esineda ka korratult dolomiitseid laike lubjakivides. Sageli esineb dolomiitseid rahumoodustisi, nagu Põhja-Saaremaal, Muhus ja mandril samal laiusel. Dolomiiti kasutatakse klaasi- ja metallitööstuses, samuti ehitus- ja tarbekivina. Peale rahudolomiitide, mis on keemiliselt õige puhtad ja seetõttu leiavad kasutamist just keemilist laadi tööstustes, on Eesti tuntumaid dolomiite Saaremaa Kaarma dolomiit — peenelt kihitatud mergeldolomiit, mis on hõlpsasti töödeldav ja sobib ehituskiviks, karniisideks ja monumentideks. Eriliselt hinnatakse teda Saaremaal kui korstnakivi.

B. Orgaanilised kiviliigid — turvas, pruunsüsi, põlevkivi, kivisüsi — kujunevad massiliselt esinevate taimede ebatäielikul kõdunemisel hapnikuvaeses keskkonnas. Seejuures on bakterite tegevusel suur osatähtsus. Neist kivimeist on Eestis levinud peamiselt turvas, mis esineb (kõrg-) rabades ja (madal-) soodes. Turvast iseloomustavad taimed, milledest ta koosneb, ja nende kõdunemisaste. On sammalturbaid, mis koosnevad peamiselt soosamblast, lõikheinturbaid, kõrkjas-turbaid rohkete kõrkjajuurikatega, metsaturbaid rohkete puidujäänustega jne. Rabade pinnalistes osades on soosammal vähe kõdunenud, turvas on kerge ja urbane ning sisaldab vähe kuivainet, seega annab põledes ka vähe sooja. Ta leiab kasutust alusturbana. Sügavamates kihtides on taimeosad rohkem kõdunenud ja kas osaliselt või täielikult muutunud turbamudaks. Turvas on seetõttu tumedam, kuivaineterikkam ja raskem ning võib esineda väärtusliku kütteinena. Turbas toimuvad keemilised muutused humiinhapete juuresolekul, mis annavad veele hapu reaktsiooni ja tumeda värvuse. Need happed hävitavad

ühtlasi aga kõik bakterid ja seetõttu on turvas steriilne ning säilitab taimi kui ka loomakehi, mis temasse satuvad. Seda omadust kasutatakse ka majapidamistes puu- ja juurvilja säilitamisel turbapurus.

Peamine turba rakendus on kütteenaina. Turvast valmistatakse pätsidena labida- või masinaturbana või aga pressitakse turbabriketiks. Turba utmisel saadakse koksi, mis samuti leiab kasutust kütteenaina, ka mootorite kütteks. Peale selle on keemilisel töötlemisel võimalik turbast saada mitmesuguseid aineid.

Pruun süsi ja kivisüsi on algupäraselt tekkinud ligilähedalt samades tingimustes nagu turvas, selle vahega, et nende kujunemisel on suurem tähendus puidul. Samuti on oluliseks erinevuseks nende kiviliikide palju suurem geoloogiline vanus, mistõttu söestumisprotsess on arenenud hoopis kaugemale. Seetõttu on ka pruun- ja kivisöe kütteväärtus palju suurem kui turba oma.

Kivisöe ja pruunöe kasutamisel on uuemal ajal nende keemiline töötlemine saanud suurema tähenduse kütteks tarvitamise kõrval. Utmisel saadav tõrv on väärtuslik tooraine, näiteks aniliinvärvide tootmiseks. Samuti on suurel määral hakatud kivisütt muutma vedelkütteenaineteks (kivisöe-bensiin).

Pruunöe lademeid esineb rohkesti Saksamaal, kuna kivisöe suurimad leiukohad on Lääne-Saksas ühes naaberaladega Belgias, Donbass ja Kuzbass Nõukogude Liidus, mitmeid kohti Ameerikas ja Inglismaal.

Eestis esinev Kukruse põlevkivi on meresete, kus savi ja lubisette kõrval on keskmiselt pool osa moodustunud mikro-skoopilistest merevetikatest. Lisaks sisaldab põlevkivi palju loomkivistisi. Nii välimuselt kui ka omadustelt erineb ta pruun- ja kivisöest ning tema rakendamiseks on teostatud ning teostatatakse eri uurimisi. Samuti kui kivisöe ning teiste orgaaniliste kivimite puhul, on tema utmine, keemiline töötlemine ja saavutatavad keemilised tooted omandamas ikka suuremat tähendust kütteks tarvitamise kõrval.

Põlevkivi on seega õlikivide esindaja. Teised õlikivid erinevad välimuselt ja omadustelt. Kõigile on aga omane see, et orgaanilise osa kõrval on savi, liiva või lubisetteid mitmesuguses vahekorras. Tasuv on kasutada neid õli utmiseks, kui

orgaanilise osa sisaldus pole liiga väike. Viimasel juhul nimetakse neid bituumseks lubja-, liiva- või kiltkiviks.

Orgaaniline aine võib maaõli näol immutada kivimeid, täites kõik lõhed ja poorid. Maaõli kujutab endast mitmesuguste süsivesinikkude segu, milledest osa on harilikult gaasitaolisi. Nii maaõli kui ka maagaasid võivad urbsetes kivimites rännata. Et nad on kergemad kui vesi, siis kogunevad nad harilikult ikka vee peale ja maa sees asuvate kohrude harja piirkonda, kui need kohrud pealtpoolt on suletud läbitamatute kivimitega. Gaaside tõttu valitseb neis kogunemispakades sageli suur surve. Kui siis puurimise teel tungitakse sellisesse õli ja gaasi piirkonda, võib puuraugust purskuda õli- ja gaasisammas kõrgele üles, tuues sadu tonne õli päevas maapinnale. Surve puudumisel pumbatakse õli masinate abil. Suurimad õlivarud esinevad Põhja-Ameerikas Pennsylvanias ja Kalifornia rannikul ning Kaspia mere ümbruses — Põhja-Kaukaasias, Uurali ja Volga vahel, ning lõuna pool Kaspia merd Iraanis ja Irakisis. Neil aladel, eeskätt aga P.-Ameerikas, toodetakse valdav osa maailma õlist.

Maaõli tähendus maailmamajanduses on erakordselt suur, sest vedelkütetainetele rajatud jõumasinate omandanud ja omandavad veelgi suuremat tähtsust tööstuses ja liikluses.

Muud elutekked setekivimid omavad väiksemat tähtsust oma hulgalt kui ka levikult. Nende hulgas on näiteks ränihiib ehk diatomiit, mis koosneb ränivetikate kodadest ja on väärtuslik isoleer- ning täiteaine, ning sooraud ja rauaoker, mis tekivad bakterite kaastegevusel soodes.

C. Keemilisel teel sadestunud setekivimid on kivisool ühes kaaliumi- ja magneesiumisooladega ja kipsis. Kõigi nende teke toimub samades tingimustes ja nimelt eraldumises mere- ja järvedes või järvedes kuiva kliima valdkonnas, kus aurumine ületab vee juurdevoolu sellesse eraldatud lahte. Näiteid sellistest tingimustest on Kaspia mere laht Karabugas, Surnumeri, Suur-Soolajärv P.-Ameerikas jt. soolajärvi mitmel pool mujal. Tugeva aurumise tõttu tõuseb soolade kontsentratsioon kuni küllastumiseni, mil algab nende väljasadestumine lahusest. Seejuures sadestuvad vähemlahustuvad soolad enne, enamlahustuvad hiljemini vastavas järjekorras.

Et kipsis on mainitud sooladest kõige vähem lahustuv, siis tema suhtes küllastub vesi kõigepealt ning lahe põhja sadestu-

vad kipsikihid. Peale kipsi hakkab sadestuma keedusool ja selle väljasadestumise järel kaaliumi- ja magneesiumisoolad. Selles järjekorras leitaksegi neid soolasid siis hiljemini lademetena maa sees. Soolalademete paksus tõuseb sadadesse meetritesse. Iga kord ei tähenda see aga, et sadestunud oleksid sellise paksusega soolakihid, vaid on toimunud soolakerge — keedusool on oma plastilisuse tõttu maa sees valitseva surve mõjul kuhikuna tunginud alt üles kuni maapinna lähedusse. Soolakihid on seejuures muidugi surutud voltidesse (vt. tektoonikast, lk. 17). Sellised soolakuhi- kuded esinevad sageli rühmadena teatud alal, näiteks Põhja-Saksamaal, Kaspia mere ja Uurali vahel jm.

Suurimad soolalademed on seni teada Saksamaal Stassfurti ümbruses ja Lääne-Uuralis Solikamski piirkonnas. Mõlemal pool on tegemist väga tüsedate soolalademetega laiadel aladel, ülemises osas eriti just ka kaalisooladega.

Eesti alal on seni teada vaid kipsikihte Irboska ümbruses devonilademetes. Kui seal omal ajal ehk tekkiski soolakihte, siis on need hiljemini jälle lahustunud. Ka osa kipsi on lahustunud ja järele on jäänud õõsi ning dolomiitjat jahutaolist lahustusjääki, sest siin ei ole tegemist puhta kipsiga, vaid nn. halli kihilise kipsiga, kus puhta kiudkipsi kihikesed vahelduvad dolomiitja ainesega.

Kipsi kasutatakse jahvatatult kipsväetisena, kuumutamisel aga saadakse temast nn. põletatud kipsi, mis veega segamisel kiiresti kõvastub ja seetõttu leiab rohket kasutamist krohvi- ning skulptuurikipsina ja ka mujal, kus on tarvis kiiresti kõvaks muutuvaid segusid, nagu mõned arstisidemed jne.

## V. Maa ajalugu.

### 1. Maa ajaloo mõõtmine.

Maa sise- ja välisjõudude ülevaatest selgub, et Maa pinnal toimub pidevalt kivimimaterjalide vool kõrgustikelt madalikele, mandritelt ookeanidesse. Pidevalt variseb kivi kivi järel, liivatera liivatera järel mägedelt, rändab mitmesugustel teedel alla madalikele ja kuhjub seal maapinna lohkudesse kiht kihile. Aja

jooksul kuluvad mäed ja täituvad nõod. See on nagu omapärane hiigel-liivakell, mis mõõdab mitte minuteid ja tunde, vaid mõnikord aastaid, enamasti aga võrratult pikemaid ajavahe- mikke.

Juhus, kus saab lugeda setetest aastaid, on esitatav nn. viirsavide näol. Viirsavid on kihitatud savid, mis levivad mannerjää piirkondades, eriti laialdaselt Soomes ja Rootsis, aga ka Eestis ja teistes naabermaades. Viirsavides vahelduvad tumedad saue- ja heledamad liivakad kihid, millede paksus kõigub mõnest millimeetrist mõne sentimeetriteni. Need savid koosnevad peenest moreenainesest, mida jääaja lõpul jää sulaveed tõid jääserva ees laiuvatesse veekogudesse. Talvel oli sulavett vähe, selle voolukiirus väike ja see kandis peent saviainest; suvel oli sulavett enam ja see tõi rohkem jämedateralist liivakat materjali.

Sel kombel kuhjus iga aasta jääserva ette üks paar kihte; lugedes neid kihipaare, loeme aastaid, mis kulusid nende savi- kihtide kuhjumiseks antud kohas. Võrreldes viirsavide läbi- lõikeid paljudes leiukohtades on Rootsi ja Soome teadlased võinud lugeda mitte ainult üksikute leiukohtade aastaarve, vaid kogu aastatearvu, mille kestel sulas mannerjää ja taganes jää- serv Lõuna-Rootsist ja Lõuna-Soomest kuni praeguse lume- rajani. Tulemused näitavad, et jääserva taganemiseks läbi Soome kagust loodesse kulus umbes 2800 aastat; umbes 14 000 aasta eest asetses mannerjää serv Lõuna-Rootsis Skåne kirdeosas, samuti arvatavasti ka Lõuna-Eestis.

Selline juhus, saada aastaarve geoloogilise mineviku kohta, on haruldane. Harilikult tuleb leppida ainult relatiivse aja- mõõtmisega, määrates, missugune sündmus oli enne, missugune pärast ja hinnates üksikute sündmuste kestust.

Toodud näidetest selgub, et väike osa jääajast kestis tuhan- deid aastaid. Terve jääajastik oma korduvate jäätumiste ja jäävaheaegadega kestis võrratult kauem. Kui silmas pidada selliseid suursündmusi maakoores, nagu mäestike teke ja nende kulumine, merede laiumine ja taandumine, siis tuleb siin arves- tada mitte kümneid ja sadu tuhandeid, vaid kümneid ja sadu miljoneid aastaid.

Viimast väidet kinnitavad radioaktiivse elemendi — uraani — lagunemissaaduste plii ja heeliumi hulga mõõtmised koos

uraani hulgaga mitmesuguse vanusega kivimeis. Et uraani muutumine pliiks ja heeliumiks toimub teatud kindla seaduspärasusega, siis on võimalik nende ainete suhtelise hulga järgi tardkivimites määrata nende kivimite vanust. Teatud määramised näitavad, et maakoore vanus ulatub 2000 miljoni aastani ja aeg, mil elustikust Maal on säilinud arvukamaid jäänuseid, ulatub 500 milj. aastani.

## 2. Maa ajaloo ühikud.

XVIII ja XIX sajandi vahetusel tehti avastus, millel oli kaugeleulatuv tähendus Maa ajaloo selgitamise seisukohalt. Insener William Smith pani mullatööl kanalite kaevamisel tähele, et eri maakihtides esinevad lahkuminevad kivistised, ühes ja samas kihis aga ikka samad, olgu selle leiukohad üksteisest kuitahes kaugel. W. Smith lõi juhtkivistise mõiste ja rajas stratigraafia ehk kihikirjelduse, mis ongi sisult Maa ajaloo õpetus — ajalooline geoloogia. Teades, kuidas tekivad setekivimid, teame ka, et igale sellise kivimi kihile vastab teatud aeg, mille kestel see kiht tekkis. Aeg ja setete tekkimine on nagu kaks ühes suunas kulgevat ja teineteise ümber põimunud niiti; kolmas niit selles põimikus on organismide elu, sest organismide jäänused mattuvad vastaval ajal tekkinud setetesse.

Kui me ainult teatud kihis leiame teatud kivistise, siis see tähendab, et selle kihi tekkimise ajal elas ja suri vastav organism ning mitte enne ega ka pärast. Leides selle organismi sarnaseid sügavamatest, s. o. vanematest, ja kõrgematest, s. o. noorematest kihtidest, võime jälgida selle looma- või taimeliigi arenemist ja sugulussuhteid. Nii on kihtide järjekord lahutamatult seotud organismide järjekorraga ja elukonna ajalugu aitab suurel määral kaasa maakoore ajaloo selgitamisele.

Kivististe tundmaõppimisel, mida teostab paleontoloogia, on seega eriline tähendus Maa ajaloo seisukohalt. Pärast W. Smith'i on kivististe tundmaõppimine arenenud kiirel sammul. XIX sajandi esimesel poolel kirjeldati arvurikkaid kivistisi paljudest kihtidest ja nende abil eraldati üksteisest ja järjestati ajaliseltselt rida kihisüsteeme ehk ladeks, mida rühmitatakse kolmeks ladekonnaks — uus-, kesk- ja vana-ladekonnaks.

Uus-ladepord	{ Alluuvium Diluuvium Tertsiaar
Kesk-ladepord	{ Kriit Juura Triias
Vana-ladepord	{ Perm Karbon Devon Gotlandium Ordoviitsium Kambrium

Iga ladestu liigestub allühikuteks, mida nimetatakse vastavalt ladestik, lade ja vööde. Viimane moodustab väikesima ühiku, mis koosneb kihist või kihtide rühmast ja millele on iseloomustav teatud kivistis või väike arv kivistisi. Lade sisaldab enam kui ühe vöötme, ladestik rea lademeid jne.

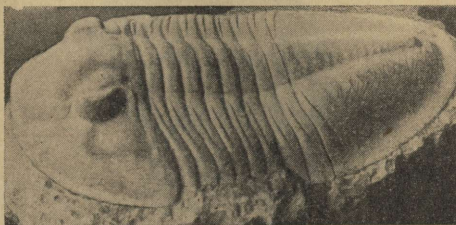
Kui tahetakse rõhutada ajalist külge, kõneldakse ladepordna asemel aegkonnast, ladestu asemel ajastust, ladestiku asemel ajastikust, lademe asemel east, vöötme asemel põlvest.

Nende ühikute täpne pikkus on aastaarvudes teadmata. Iga põlve kestus ei vasta teise põlve kestusele, iga ajastu teisele. Umbkaudu võib öelda, et kui uus-aegkonna kestus on 50, siis keskaegkonna oma on üle 100 ja vana-aegkonna pikkus üle 400 aastamiljoni.

Maakoore ajalugu ei koosne siiski ainuüksi loomastiku ja taimestiku ajaloost. Et aru saada praeguste merede ja mandrite jaotusest, mäestikkude levikust ja vormidest, setekivimite levikust ja iseloomust, tuleb selgitada merede levikut, orogeneetilisi ja epirogeneetilisi sündmusi ning kliima kujunemist Maa pinnal minevikus. Lühidalt, me tunneme maakoore ajalugu, kui teame, kuidas arenesid füüsikalised-geograafilised tingimused Maal. Ka sellelt vaatekohalt on organismide jäänus-  
tel suur tähendus, kuid loomulikult ainult neil aegadel, mil organisme Maal asus.

Kant-Laplace'i [loe: *lapla'ss*] teooria (esmalts saksa filosoofi I. Kant'i ja hiljemini prantsuse astronoomi P. Laplace'i

poolt esitatud) järgi oli Maa peale eraldumist Päikesest veel mitte see kõva koorega ja enamikus ookeani vetega kaetud planeet, nagu me teda praegu tunneme, vaid alles lõplikult tihenemata, tulivedelast eristumata kivimimassist koosnev taevakeha. Alles pikka-aegade astronoomiliste aegade jooksul tihenes ja jahtus see taevakeha seevõrra, et tekkis kõva kivimkoor. See kivimkoor võis koosneda ainuüksi tard- ja moonekivimitest; see kurritus kahtlemata tugevasti ja kuhjus üles mäestikeks. Elu sellel koorel ei ole enne mõeldav, kui temperatuur on langenud kaugele alla 100° C.



16. joonis. Trilobiit (*Pseudasaphus*) Kukruse lademest. Keha jaguneb peakilbiks, lülidest koosnevaks rinnaks ja sabakilbiks; pikuti on telgosa selgelt eraldatud külgsadest. Peakilbil suured liitsilmad. Jäsemed väga harva säilinud.

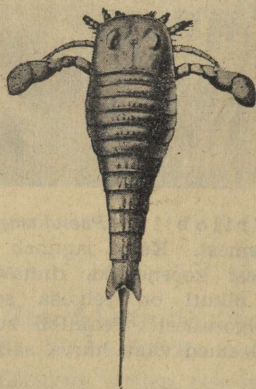
Maa ajaloo järk kindla koore tekkimisest kuni elu tekkimiseni Maa pinnal kannab ürg- ehk arheilise aegkonna nimetust ja on esindatud peamiselt moone- ja tardkivimitega, mis kõikjal moodustavad teiste kivimite lamami. See aegkond on võrratult pikk ja tema sündmused üksikasjus selgitamata.

Ajajärk elu tekkimisest kuni vana-aegkonnani kannab eozoilise ehk aguelukoidiku aegkonna nimetust. See on juba ka setekivimitega esindatud, temast on tuntud kõrgel arenemisastmel seisvaid organisme ja ulatuslikke orogeneetilisi sündmusi. Siiski paremini tuntud on need aegkonnad, milledest on tuntud valdav hulk organismide jäänuseid, s. o. vana-, kesk- ja uus-aegkond, kuigi need esindavad ainult lühemat osa Maa ajaloost.

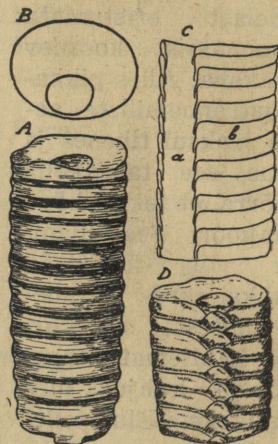
### 3. Vana-aegkond.

Vana-aegkond jaguneb vanemaks osaks, kuhu kuuluvad kambrium, ordoviitsium ja gotlandium, ning nooremaks, kuhu kuuluvad devon, karbon (kivisöe-ajastu) ja perm. Vana-aegkonna vanemast osast tuntakse vaid meresetteid merefauna ja -flooraga. Alles gotlandiumi lõpuosast on teada meresetteid,

mis osutavad maa lähedusele (rahumoodustised) ja on ka maismaa loomade jäänuseid (skorpion Ojamaalt). Viimane asjaolu näitab, et maismaa neil ajastuil ei puudunud, ta on aga meile



17. joonis. Merostoom *Eurypterus* Saaremaa Kaar-  
ma lademest. Säilinud ki-  
tiinne kehakate õhukese kilena.  
Tähele panna liigestust peakil-  
biks, rinna- ja sabatülideks ühes  
sabaokkaga. Tagumine jäsemete  
paar mõlajas ujumiseks.

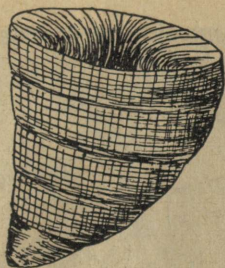


18. joonis. Nautilooid *Endo-  
ceras vaginatum* Kunda lademest  
P.-Eesti paekaldas. A — pala säi-  
linud välispinnaga; B — ristilõik  
sifooni asetusega; C — pikilõik:  
a — sifooni ümbrisevate õhu-  
kambrite (b) seinte kaelustega;  
D — pealt kulunud pala välja-  
paistva sifooniküljega.

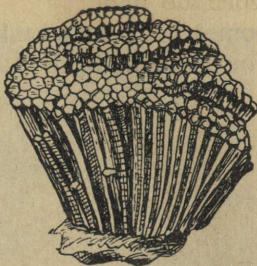
vähe tuntud. Mered olid asustatud loomade ja taimedega, mis esindavad kõiki praegusi selgrootute loomade hõimkondi ja paljusid vetikate rühmi, kuid praeguse fauna ja flooraga võrreldes võõrapäraste vormidega. Seejuures on valdaval kohal meredes loomarühmad, mis vana-aegkonda üle ei elanud. Näiteks lüljaljalgsetest trilobiidid ja merostoomid, peajalgsete hulgast nautilooidid, okasnahksetest tsüstiidid, korallidest tetrakorallid ja tabulaadid, teistest oõsloomadest graptoliidid. Selgrootulistest ilmuvad kalade esindajad. Taimeriigi esindajaid peale vetikate ei tunta, kui mitte arvestada ebaselgeid leide.

Vana-aegkonna nooremast osast, vastuoksa vanemale, on tuntud maismaa setteid juba palju rikkalikumalt. Vastavalt

on siis-ka maismaa taimestik ja loomastik esindatud üsna rohkesti ja silmapaistvalt.



19. joonis. Sarvekujuline tetrakorall *Zaphrentis*.



20. joonis. Kärjekujuline tabulaat *Favosites* (kärjkorall).

Alates taimedega, on devoniajastust tuntud esimesi maismaa taimi — psilofüüte ühes mitmesuguste sõnajalaliste ja osjalistega. Kivisöe-ajastul rikastub see taimestik erakordselt: kõrged puutaolised sõnajalad, seemnesõnajalad, osjad (kalamiidid) ja kollad (*Sigillaria* ja *Lepidodendron*) iseloomustavad neid soisi metsi, mis on andnud materjali kivisöelademetekkimiseks. Enne vana-aegkonna lõppu, keset permiajastut, toimub aga järsk muutus taimestiku koosseisus: okaspuud ja mitmesugused teised paljasseemnelised puittaimed asendavad kivisöeajastu taimestikku.



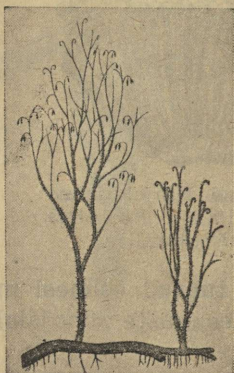
21. joonis. Graptoliit *Dictyonema flabelliforme* kiltkivist P.-Eesti paekaldas. Peen võrgutaoline sard, mis näib sülejoonisena tumedal kiltkivipinnal. Sarraharude küljes asusid üksikloomikute urukesed.

Maismaa loomastikust on devoniajastust tuntud kahepaikseid ja nende kõrval esinevad alates karbonist roomajad. Mõlemad neljajalgsete klassid on esindatud kummaliste vormidega, võrreldes praegusaegsetega. Meredes on kalad juba palju mitmekesisemalt esindatud. Ainulaadsed on devoniajastu rüükalad, kellede hulgas on mitme meetri pikkusi hiiglasi. Teiste mereloomade hulgas on suuresti vähenenud graptoliitide osatähtsus ja trilobiitide, merestoomide ning tetrakorallide areng läheb lõpule

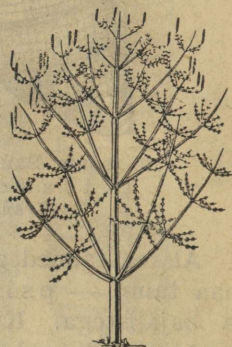
Ex bibl. Univ. Tartu

koos vana-aegkonnaga. Uutest mereloomastiku esindajatest arenevad ammoniidid, eeskätt lihtsamate — goniatiidiliste — vormide näol.

Karbonist on ka putukate jäänuseid, seejuures kiilitaolisi hiidvorme (tiibade sirutuslaius 70 cm).



22. joonis. Psilofüüte devoni lademeist Kanadas. Väikesed sootaimed, varustatud okastega ja eospesadega harude tipus.



23. joonis. Kalamiid kivisöeajastust. Vasakul kivistunud vareosa, jätkuline nagu tänapäeva osjalistel. Paremäl taimeskeemiline joonis, väga palju vähendatud.

Nagu juba tähendatud, muutub taimestiku ilme permiajastu keskel, millele järgneb murrang ka loomastikus selle ajastu lõpul: keskaegkond algab taimkattes enne kui loomastikus. Sama nähtus kordub ka üleminekul keskaegkonnast uus-aegkonda.

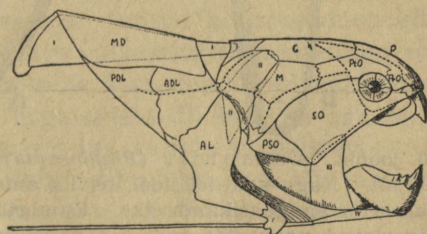
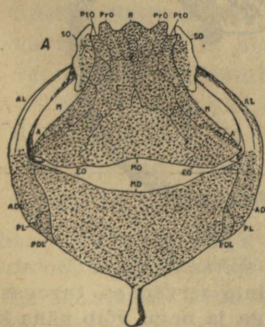
Muudest füüsikalises-geograafilistest oludest vana-aegkonnas tuleb mainida järgmist. Vana-aegkonna vanema osa meredes, eriti kambriumis settis väga palju liiv- ja sausetteid, mis näitab, et oli kulumisalasid, kust need purdmaterjalid pärinevad, oli eelkambrilisi kõrgmäestikke, näiteks Fennoskandia alal, kust on pärit Eesti aluspõhjas sügaval asuvad tüsedad liiva- ja sauelademed. Vana-aegkonna vanemate ajastute jooksul jõudsid need mäestikud madalaks kuluda. Gotlandiumis algas uus mäetekeline ajajärk, nn. Kaledoonia kurrutus, mil kerkisid Skandinaavia mäed, samuti mujal mitmel pool rida teisi kõrgmäestikke. Tagajärjeks oli mandrite laienemine devoniajastu algupoolel. Põhja-poolkeral levis eriti laialt suur manner, millel settis praegune „Vana punane liivakivi“ (Old Red) punasevär-

viliste, peamiselt liivsetetega, nagu nad esinevad ka Lõuna-Eestis. Keskdevonis laiusid mered jälle tugevasti, kuni karboni-



24. joonis. Kivisöe-ajastu soomets. Esiplaanil hiigel-soomuspuid (*Lepidodendron*), taustal hiidsõnajalad.

ajastul hakkas laiaulatuslikult kerkima mäestikke Kesk-Euroopas ja mujal üle maailma. Permiajastul olid mandrid levinud rohkem kui kunagi enne ja lõuna-poolkeral levis laiaulatuslik jäätumine — suur jääaeg. Karboni-permi mäeteke on suure-



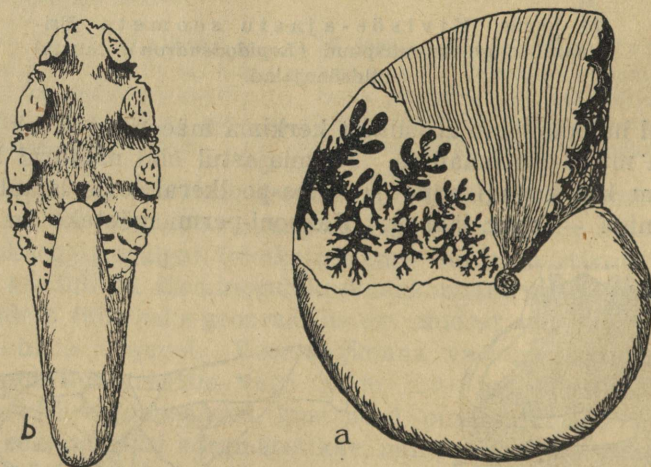
25. joonis. Rüükalad (vasakul *Heterostius* pealtpoolt, paremal *Dinichthys* küljelt vaadatuna) devoniajastust. Pearüü on seotud kahepoolse liigendiga luust seljarüüga, mille küljes pikad kõverad külgluud suunduvad ette ja allapoole. Kujutatud kehaosa pikkus suuremail liikidel üle 1 m; tagakeha pole säilinud.

maid sellelaadseid sündmusi Maa ajaloos. Sel ajal kerkisid Alpi-taolised kõrgmäestikud Kesk-Euroopas, milledest praegu on veel järel kulunud Saksa ja Prantsuse keskmäestikud. Sellest ajast on pärit ka Uural.

Seega on vana-aegkonnas kaks suuremat mäetekkeperioodi, milledega kaasas käivad elav vulkaanide tegevus ja kahtlemata ka maavärinad. Nende orogeneetiliste perioodide tagajärjeks on mandrite laiumine. Vahepeal valitseb suhteline vaikus, mil toimub peamiselt epirogeneetilisi tõuse ja vajumisi. Paiguti on neid tõuse ja vajumisi vahelduvalt suurearvuliselt, nagu nähtub kivisöekihtide rohkusest: kivisöekihile järgneb saue- või liivakiht ja nii kordub see kümneid ja isegi sadu kordi.

#### 4. Keskaegkond.

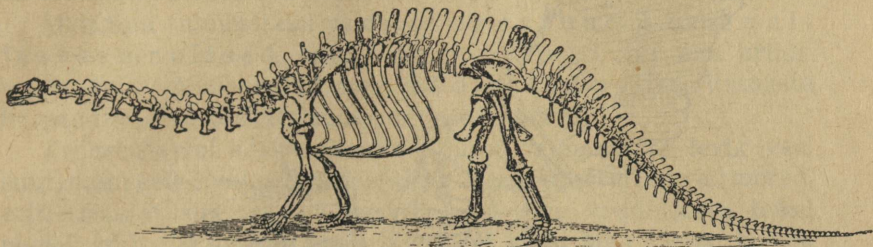
Keskaegkonna loomastikus on maismaa faunal palju suurem osatähtsus, kui tal oli vana-aegkonnas. Valdaval kohal on roo-



26. joonis. Ammoniid (*Phylloceras*) juura-ajastust. *a* — vaade küljelt. Nagu nautiloididel, on ka ammoniitide spiraalne koda jaotatud vaheseintega gaasikambreiks. Kambrite vaheseinte servad on tugevasti liigestatud, nagu näidatud must-valge ornamendiga ja nagu võib näha ka vasemal (*b*) eestvaates ühele vaheseinale.

majad, kes levisid kõigil maismaa eluäladel ja tungisid ka vette ning õhku — kala- ja lendroomajate näol. Keskaegkonna roomajate vormide mitmekesisus on võrreldav ainult

hiljemini võidule pääsenud imetajate omaga. Eriti suur ja mitmekesine oli dinosauruste selts, kuhu kuulus neljale jalale toetuvaid massiivse keha ja pika kaela ning sabaga taimtoidulisi vorme, nagu brontosaurus (kuni 22 m pikk, suuri-maid maismaa loomi üldse), aga ka kahel jalal kõndivaid, nagu



27. joonis. Dinosauruste esindaja (*Brontosaurus*) luustik. Looma pikkus ulatus üle 20 m. Tähele panna suhteliselt väga väikest pea-luud ja väga tugevaid selgroolülisid! Dinosauruste hulgas on mitmekesi-seid vormirühmi, taimtoidulisi ja kiskjaid.

iguanonodon, sarvede ning luuplaatidega varustatud rüü-dinosaurusi ja kiskjaid, nagu üle 5 m kõrge türanosaurus.

Keskaegkonnast on tuntud (juura ladestust) ürglinnu kivistisi — väga vähesel arvul, sest lendavate loomade säil-miseks on üldse vähe eeldusi. Ürglinnul on rida roomajate tun-nuseid, nagu hambad, luuplaadid ümber silmade, pikk selgrooga varustatud saba jne. Ka vähestel keskaegkonna lõpust tuntud veelindudel on hambad (hammaslinnud).

Ka imetajate jäänuseid on tuntud keskaegkonna kihti-dest, kuid need on enamasti väga väikesekasvulised kukkurrotte meenutavad loomad ja alles selle aegkonna lõpul hakkab esi-nema ka ürgkajalisi ning ürgkiskjaid. Üldiselt on aga imeta-jate osa keskaegkonna faunas väga vähe silmapaistev.

Mereselgrooliste hulgas ilmuvad luukalad. Mis maismaal on roomajad, seda on meredes ammoniidid. Võrreldes vana-aegkonna omadega, on need enamasti rikkalikku välisilustis-tega ja palju keerukama suturejoonega varustatud vormid. Lii-kide areng ja muundumine on nii kiire ja nende kodasid esineb meresetetes nii arvukalt, et keskaegkonna kihte on sobiv liiges-tada just ammoniitide kui juhtkivististe järgi. Teine peajalg-

sete selts keskaegkonnas ammoniitide kõrval on belemnii-  
did, kes samuti annavad juhtkivistisi.

Muu merefauna hulgas on erakordsete vormidena mainita-  
vad rudistid kriidiladestust, karpide. (limuste) esindajad,



28. joonis. Ürglind (*Archaeopteryx*) juura-ajas-  
tust. Ürglinnul on peale linnu tunnuste (sulestik, pealuu  
ja jäsemed) rida roomaja omi (hambad, arvukaid selgroo-  
lülisid, eriti ka sabas, eesmistel jäsemetel vabu sõrmi kütün-  
tega). Suuruselt oli ürglind tuvi kuni kana suurune.

kes välimuselt tuletavad meelde koralle ja saavutavad hiigel-  
kasvu (kuni 1 m).

Kriidiladestu on oma nimetuse saanud kriidilt, mille lade-  
med on väga laialdaselt settinud ülemkriidi meredes mitmel pool  
üle maailma. Kui ühegi teise kivimi kohta ei saa öelda, et see

oleks seotud ainult teatud ajastuga, siis kriit moodustab selles suhtes erandi. Seejuures on kriit suurel määral elutekkene sete — temas on sageli arvukad algloomade hulka kuuluvate foraminifeeride kojad. Kriidi teket võib seega kujutella nagu globigeriinmuda teket praegustes meredes, selle vahega, et kriit on setinud kahtlemata madalmeredes.

Maismaa taimestik usaldav okaspuid ja üldse paljasaemmelised, nagu saagopalmid, mis aga kriidijastu teisel poolel maad annavad õistaimedele. Viimaste hulgas ilmuvad eeskätt tuulelembesed vormid.

Triiaseajastul keskaegkonna alguses on mandrite levik veel suur, nagu eelkäival permiaajastulgi. Juura-ajastul laiuvad mered, eriti laiaulatuslik on aga merede pealetung kriidijastu teisel poolel, võib-olla suurim mere üleujutus kogu Maa ajaloo kestel. Peale suurt mäeteket vana-aegkonna lõpus ei ole keskaegkonnas suuremaid ja kogu maakoort haaravaid mäetekkeliisi sündmusi, küll on aga elavaid tõusu- ja vajumisnähtusi. Alles keskaegkonna lõpul algab suur ülemaailmaline mägede sünd, mil moodustuvad Alpid ja kogu noorte kõrgmäestikkude võõde, mis haarab tänapäeval kõiki mandreid. Keskaegkond on seega nii alguses kui lõpul piiratud silmapaistvate suursündmustega tektoonilisel alal. Ka suuri ning iseloomustavaid faunarühmi piirdub ainult keskaegkonnaga, sest nii dinosaurused kui ka mitmed teised roomajate rühmad, samuti ammoniidid ja belemniidid surevad aegkonna lõpul ilmselt võrdlemisi lühikese ajajooksul välja.

## 5. Uus-aegkond.

Uus-aegkond koosneb kolmest ajaliselt väga ebavõrdsest osast: suurim neist on vahetult keskaegkonnale järgneva tertsi aar, milles eristatakse viit ajastut. Järgnev diluuvium ehk jääajastik kestis hinnangute järgi 100—650 tuhat aastat, seega ainult väikese murdosa sellest ajast, mida omistatakse vanematele ajastutele. Alluuvium on õieti geoloogiline tänapäev, mille algust tuleb lugeda jääaja lõpust, s. o. u. 8000—9000 a. tagasi.

Et neid ebavõrdseid ajajärke siiski uus-aegkonna alajaotusena kõrvuti paigutatakse, tuleb sellest, et nooremad setted katabavad ikka vanemaid; viimaste aastatuhandete jooksul tekkinud

alluviaalsed ehk uhtsetted katavad enamasti kõik vanemad kinni ja nõuavad endile palju tähelepanu. Neil on ka suur praktiline tähendus, sest nad moodustavad kõikjal pinnaseid ja see-tõttu tuntakse neid ka võrdlemisi hästi. Jääaegsed setted on juba rohkem kaetud, kuid omakorda jällegi paremini kättesaadavad ja tundmaõpitavad, kui nende all lamavad vanemad kivi-mid. Seetõttu ongi siis alluuvium kui uusim aeg Maa ajaloo kõige täpsemalt tuntud, sest selle ajaloo dokumente on palju ja nad on kergesti kättesaadavad. Mida kaugemale tagasi ajalukku, kas inimkonna või Maa omasse, seda vähem on säilinud ürikuid ja seda raskemini on nad loetavad.

Üheks uus-aegkonna ürikute-setete tunnuseks on see, et nad on kas i r d k i v i m i d, s. o. lahtistest, liitmata osakestest koosnevad pudedad kiviliigid, nagu meil igal pool esinev moreen ja kruusad ning liivad, või on nende liitumus vähene ja nad kujutavad endist rabedaid, kergesti tükelduvaid lubjakive, mergleid, liiva- ja kiltkive. Varemate ajastute kivisöe asemel leidub siin pehmet pruunsütt. Ainult tertsaari vanemast osast on tuntud ka kõvu lubja- ja kiltkive, mis oma kõvaduselt sarnanevad vanemate ajastute omadega. On ilmne, et nende kivimite tekki-misest möödunud aeg on nende kõvastumiseks olnud veel liiga lühike.

Kui vana- ja keskaegkonna loomastikust ja taimestikust ei ole tänaseni säilinud ühtki liiki ja ainult väheseid sugu- ning perekondi, siis on olukord uus-aegkonnas teisiti. Tertsaariajastuil on seda rohkem praeguelavate liikide esindajaid, mida lähemad need ajastud on tänapäevale. Seega võtab loomastik ja taimestik uus-aegkonna kestel ikka enam ja enam tänapäeva ilme.

#### a) Tertsaar.

Taimestik asuvad õistaimed juba kriidiajastu teisest pool-st valdavale kohale, algul küll tuulelembeste puude ja põõsaste näol. Aga ka palmid levivad kiiresti. Paljude hilisemate tertsaari taimede jäänuste puhul on raske kindlaks teha, kas on ole-mas liigi vahet praeguelava vastava taimega või mitte. Mais-maa loomastikus on imetajad need, kes asuvad hävinud suurte roomajate asemele ja teevad läbi kiire arengu. Vanemas tertsaaris on need peamiselt k a b j a l i s t e omapärased esinda-jad ja k i s k j a d, kuna uuemas tertsaaris on l o n d i l i s e d ja

juba eristunud kabjaliste rühmad — hobused, ninasarvikud, kaamelid — ning tänapäeva kiskjate perekondade esindajad.

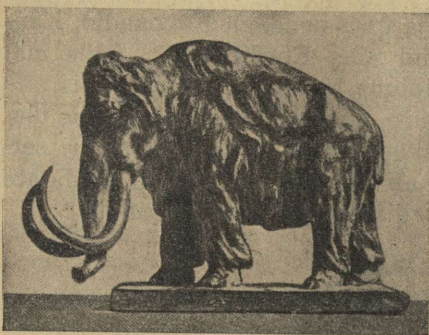
Tertsiaari keskpaiku hakkavad esinema ahvid, ka inimahvid ja üsna tertsiaari lõpust alates on tuntud leide, mida peetakse inimeste jäänusteks, kuigi see küsimus on vaieldav.

Tertsiaaris kerkivad Alpid ja ühes nendega Karpaadid, Kaukasuse mäed, Himaalaja, Andid ning Kordiljeerid. Selle mägede-tekkega käib kaasas maapinna tõuse ja vajumisi, mis mõjustavad merede ja mandrite piire, kuid mitte seevõrra laias ulatuses, kui see toimus veel keskaegkonna lõpus. Tertsiaari setted, mida praegu maismaal saab tundma õppida, on madalate ääre- ja sisemere setted, sageli mahkjas vees tekkinud.

## b) Jääajastik.

Euroopa kliima on uus-aegkonna kestel läbi teinud tunduva jähnemise, mida iseloomustab tertsiaarile järgnenud jääajastik. Eespool on juba selgitatud mannerjää geoloogilist tegevust, mis jääajal kattis suurt osa Loode-Euroopat ja Põhja-Ameerikat. Ajalises mõttes on tegemist olnud mitte ühe perioodiga, mil levis mannerjää, vaid mitmega: mannerjää levimisele järgnes tema sulamine, jääaegadega, jäätumistega vaheldusid jäävaheajad. Harilikult arvestatakse nelja jääaega ja kolme jäävaheajaga, kuid need arvud ei ole veel päris kindlad. Võimalik on, et see arv on suurem. Küsimuse lahendamise teeb raskeks asjaolu, et iga järgnev mannerjää levimine hävitas eelmise moreeni, jättes sellest ainult riismeid ja segades neid oma setetega. Eestis on seni jälgi kahest jääajast vanema halli ja noorema punase moreeniga ning nende vahel olnud jäävaheajast turvas- ning mudasetete näol. Kõige täpsemalt saab jälgida, osalt isegi aastate kaupa kindlaks teha, viimast jääkatte taganemist, sest sel ajal tekkinud setted on parimini säilinud ja esinevad sageli silmapaistvate pinnavormide näol. Kõik Lääne-mereid ümbritsevad maad omavad suurte kaartena levivaid otsmoreene, jääservas kujunenud künklikke moreenmaastikke rohketel järvedega (nagu Otepää ja Haanja maastikud Eestis), mannerjää servas kujunenud ja jäälõhedega seotud vallseljakuid, jää sulavete uuristatud ürgorge ja tasaseid või veidi lainjaid põhimoreenialasid.

Neil aladel, kus jääajastikul levis mannerjää, tuli loomastikul ja taimestikul üle elada suuri muutusi, eeskätt pikki rändeid. Koos jääservaga nihkusid edasi-tagasi praegugi levivad taimestikuvõetmed ühes neid asustavate loomadega: tundra,



29. joonis. M a m m u t i m u d e i.  
Kuni 4,5 m kõrge, oli mammut kaetud paksu karvkattega. Peas ja seljal esinevad kühmud olid rasvakühmud, analoogilised kaameli küüruga.

okasmetsad, suvehaljad lehtpuumetsad, rohtlad. Seejuures ei pääsenud väljatõrjutud taimed ja loomad iga kord enam tagasi oma endistele asumisaladele. Põhja-Ameerikas näiteks, kus mäestike peasuund on põhjast lõunasse, on ka taimede ja loomade ränded selles suunas võimalikud olnud, kuna Euroopa mäestike suunad seda takistasid. Seetõttu on P.-Ameerika taimestik säilinud liike, mis Euroopast on välja tõrjutud.

Neil aladel, kuhu jääkate ei ulatunud otsest mõju avaldama, võis tertsiaari taimestik ja loomastik edasi areneda.

Koosseisult on jääajastiku taimestik oluliselt sama, mis tänapäeval. On vaid välja surnud rida tertsiaarist pärinenud liike ja on toimunud muutusi liikide levimise piirides.

Loomastikus olid silmapaistvamateks elevantilised, kelledest tuntuim on m a m m u t. See on külma kliimaga kohanenud, pika karvkatte ja rasvakühmudega peas ning seljal varustatud elevantide esindaja, kes levis peamiselt Põhja-Euroopas ja -Aasias, ainult väiksemal määral ka Põhja-Ameerikas. Mammuti luid ja hambaid leitakse kõikjal neil mail kesk- ja hilisjääaegsetes setetes, eriti on aga terveid mammutilaipu leitud Siberi igijääs. On rida teisigi jääajale iseloomulikke elevantiliste esindajaid, nende hulgas P.-Ameerika m a s t o d o n'i liigid, kellel pikad „kihvad“ on nii alumises kui ka ülemises lõualuus. Mammuti kaaslaseks on harilikult karvkattega ninasarvik. Teistest väljasurnud jääaegsete imetajate esindajatest tuleks mainida hiigelpõtra, ürghärja ja ürgpiisonit,

koopakaruga ja koopälõvi — mõlemad viimased suuri-  
maid endataoliste esindajaid.

Kõik viimatimainitud suured imetajad olid ka ürgini-  
mese kaaslased; Lõuna-Prantsusmaa koobaste seintel ja ürg-  
inimese tarberiiistadel on säilinud näiteks mammuti, piisoni ja  
ürghobuse jooniseid. Inimese jäänuseid leidub rohkemal arvul  
hilisema jääajastiku setetest; vanemast jääajastikust on ainult  
väga vähesed leide, nende hulgas kõige vanemaks peetav üksik  
lõualuu Saksamaalt Heidelbergi lähedalt — *Homo heidelbergensis*.

Et inimene jääajastikul väljaspool mannerjää ulatuspiir-  
konda kahtlemata elutses, siis algab siit ka arheoloogia  
— muinasteaduse huvipiirkond. Hilisem jääajastik ja pärast-  
jääaeg on seetõttu käsitledavad rõõbiti muinasteaduslike kude  
ajajärgudega. Neid ajavahemikke on siis võimalik kahelt seisu-  
kohalt hinnata, muinasteaduslike kontrollida geoloogiliste and-  
metega ja ümberpöörduvalt.

### c) Alluuvium.

Pärastjääaeg — alluuvium — on aastate poolest üsna lühike  
ajajärk. Seda täidab suurelt osalt juba ajalooline aeg, täieli-  
kult aga haarab teda muinasteadus. Alluviaalsed, täiesti liitu-  
mata setted — saued, liivad, kruusad, merglid, turvas on ena-  
masti kergesti eraldatavad kõigist vanemaist. Et kõik need set-  
ted on kaasaegsed inimesele, kõige pealmised ja pinnaseid moo-  
dustavad, siis tuntakse nende vastu erilist huvi, mis õigustab  
nende käsitlemist Maa ajaloo eri peatükina.

Kõige uuemal ajal on arendatud meetodeid, millede abil on  
võimalik selgitada osa pärastjääaja sündmuse, nimelt kliima-  
muutusi ja metsade ajalugu, suure üksikasjalikkusega. Seda on  
võimaldanud nimelt soogeoloogia, s. o. soode ja rabade  
ajaloo uurimine nn. *tolmuttera-analüüsi* abil. Soode hu-  
miinhapete poolest rikkas keskkonnas säilib nimelt õietolm ka  
kõige vanemast ajast väga täielikult. Ja et teatud soo ümbruse  
metsadest õietolm kandub igal kevadel ka sellele soole ja seal  
mattub parajasti kasvavasse samblakihti, siis on soodes õietolm  
selleks, mis on juhtkivistised igal pool setekivimites. Kuigi pä-  
rastjääaja jooksul ei ole ühtki taimeliiki välja surnud,  
on ometi muutunud metsade liigiline koosseis ja seetõttu on eri

puuliikide õietolmu mattunud soodesse eri suhetes: kui valdavaks puuks oli mänd, siis sadas männi õietolmu palju ja teisi vähem, vastavalt nende osatähtsusele metsas. Seepärast määratakse soodest mitmesugusest sügavusest võetud turbaproovides mitte ainult, missuguste puude õietolm seal leidub, vaid ka, missuguses protsentuaalses vahekorras see esineb. See annab siis pildi metsa koosseisust vastaval ajal. Metsa koosseisu järgi aga saab üsna hästi kliimat määrata.

Soogeoloogia on selgitanud, et igal pool peale jääkattest vaibanemist, kui tekkisid esimesed turbakihid, valitses tundrataimestik.

Selline taimekasvu järjekord on ka üsna arusaadav: jääserva vahetus läheduses ei ole mõeldav muu kui arktilise tundrataimestiku arenemine. Jääserva kaugenedes võimaldub kasvama hakata kasel ja pajul (subarktiline taimestik), millele varsti lisandub mänd. Viimane omandab järgnevas aja-järgus (boreaalses) esikoha; kliima on soe ja kuiv; ilmuvad sarapuu, künnapuu, sanglepp, siis pärnad ja jalakad, viimaks tamm. Tamme-segamets levib ja võidab esikoha, sest kliima on üha soojenenud ja niiske (atlantiline kliimaperiood, optimum pärastjääajal). Järgneb kliima halvenemine (subboreaalne aja-järk) kontinentaalse kliima suunas, tamme-segamets hakkab vähenema, ilmub kuusk, mis jõudsalt rühib esikohale. Umbes 500 a. enne meie ajaarvamist tekib võrdlemisi järsk kliimamuutus jaheda ja niiske ilmastiku suunas (subatlantiline) ning kuusk jõuab valdavaks puuks, mis alles ajaloolisel ajal kultuuri mõjul mõnevõrra jälle maad annab männile, kasele ja lepale.

Pärastjääaja sündmustest on võimalik peale kliima ja metsade arengu jälgida veel maapinna tõuse ja vajumisi Fennoskandia alal, mis on seotud Läänemere pealetungide ja taganemistega. Eespool (vt. tektoonikast, joon. 7) on toodud Fennoskandia maatõusu samajooned, mida ongi saadud kindlaks teha endiste randade järgi. Jääaja lõpul on Läänemere kohal paisjärv, mis üle Kesk-Rootsi saab ühenduse ookeaniga Skageraki kaudu. Soolane merevesi tungib jääpaisjärve vette ja toob endaga kaasa ka mereelanikke. Tekkivale merele on iseloomulik karp *Yoldia arctica*, mille järgi seda merejärku on nimetatud Joldia-mereks. Maatõusu tõttu kaob tekkinud ühendus merega, Läänemeri muutub magevee-järveks, mis väikese magevee teo *Ancylus fluviatilis*'e järgi saab Antsülus-

## Pärastjääaeg Läänemere alal.

Aastad	Muinaskultuurid	Läänemere arengujärgud	Kliimaperioodid	Metsade areng		
1900	Ajalooline aeg		Subatlantiline kliima	Kuusk esikohal.		
1000						
0	Rauaaeg					
-1000	Pronksiaeg		Subboreaalne kliima	Tamme-segatsmets hakkab vähenema		
-2000	Noorem kiviaeg					
-3000	Ertebölle-aeg <sup>1</sup>	Litoriina-aeg	Atlantiline	Kuusk hakkab idast levima		
-4000				Tamme-segatsmets valdaval kohal. Kuusk idas ja lõunas		
-5000				Maglemose-aeg <sup>2</sup>	Boreaalne	Valdab mänd, lisaks kask
-6000						
-7000			Subarktiline	Kasemetsad männiga		
-8000			Joldia-aeg			
-9000			Jääpaisjärv		Tundra	
-10000						
-11000		Mannerjää				

<sup>1</sup> Ülemineku-aeg keskmisest kiviajast nooremasse; nimetus Taani asula Ertebölle järgi.

<sup>2</sup> Keskmise kiviaeg; nimetus Taani suursoo Maglemose järgi.

järve nimetuse. Edasine maatõus loob uue ühenduse merega läbi Taani väinade, jälle tungib soolane vesi sisse ja toob ka merefauna esindajaid, kellede hulgast tigu *Litorina littorea* on andnud sellele merele ka nimetuse Litoriina-meri.

Maatõusu tõttu on kõigi nende mere arenemisjärkude rannad, mis omal ajal olid ühes tasemes ja vesiloodis, kerkinud ebahühtlaselt ja asuvad praegu kallakpindadel, iga järgmine vanem aste nooremast kõrgemal. Eestis on peamiselt Antsülusjärve ja Litoriina-mere rannad hästi jälgitavad. Esimese randjoonte suurim kõrgus on Loode-Eestis kuni 36 m üle praeguse merepinna, teise oma kuni 25 m. Et maa siin kerkis, siis võiks arvata, et tegemist on pideva randjoone taandumisega mere suunas. Tegelikult peab aga arvestama, et tõus on ebahühtlane ja sellal, kui Põhjalahel meri taganes, tungis ta lõunas peale. Seetõttu võime Eestis leida maismaasetteid, millede peal lasuvad Litoriina-aegsed meresetted. Näiteks leidub mitmel pool turbaid, milledele on kuhjunud Litoriina-mere randvalle. Määrates nende turvaste vanust tolmutera-analüüsi abil, võime mere arenemisjärke käsitleda rööbiti kliimajärkudega. Soodes ja randadel leiduvad kiviaegsed esemed ja asulad võimaldavad omalt poolt käsitleda rööbiti muinasaegsete kultuurijärkudega ja seetõttu võib pärastjääaja ajaliskulgu Läänemere piirkonnas kujutada nagu eespool-toodud tabelis (lk. 63).

## VI. Eesti aluspõhi ja pinnakate.

### 1. Aluspõhi.

Kõigist ajastutest enne jääaega on Eestis esindatud ainult vana-aegkonna vanem ja keskmine osa kambriumist kuni devonini. Alles kaugemal Venemaal tulevad neile kihtidele peale ka karboni lubjakivid ja Lätis ning Leedus on ka juba keskaegkonna kihte.

**Arheikum ja eozoikum.** Ürg-aegkonna vanemad kivimid moodustavad aluspõhja Soomes ja enamikus Rootsist. Läänemere alt läbi ulatuvad need tard- ja moonekivimid ka Eesti sügavama aluspõhjana siin esinevate setekivimite alla. Maapinnal ei avane nad Eestis kuski; alles kõige viimasematel aastatel on puurimise teel tungitud ligi 500 m nendesse kihtidesse (sü-

gavpuurimisega Jõhvi lähedal kuni 721 m sügavuseni maapinnast). Siin on nad osutunud enamasti tugevasti kurrutatud moonekivimiteks, mis sisaldavad rohkesti magnetrauamaaki, peale selle on aga õige jämedateralisi graniite (nn. pegmatiite). Need on samasugused kivimid, nagu neid esineb Soomes ja Rootsis. Magnetrauamaagi olemasolu seletab ka, miks Jõhvis puurimiskohal ja selle läheduses on erakordselt tugev magnetnõela häireala (nn. magnetiline anomaalia), kus kompassi hälve on  $+40^\circ$  kuni  $-19^\circ$ . Ka mujal Eestis, näiteks Suures väinas, Türi—Põltsamaa ümbruses jm. on selliseid häirealasid, kuigi mitte nii tugevaid. Tõenäoselt on ka seal põhjuseks magnetrauamaak sügavamas aluspõhjas. Arvestades Soome ja Rootsi kivimeid ei ole kahtlust, et need kivimid paiguti sisaldavad ka muid maake ja maavarasid, kuid nende tundmaõppimine ja kasutamine on raskendatud, sest nad asuvad sügaval teiste kivimite all. Puurimistel on selgunud, et selle sügavama moonekivimitest aluspõhja pealispind ei ole tasane, vaid künklik, umbes samalaadne, nagu on Soomes maapind; peale selle on pealmises osas need kivimid kuni paarikümne meetri sügavuseni tugevasti porsunud. Need faktid näitavad, et see tard- ja moonekivimite pind enne kattumist järgnevate setetega oli väga kaua aega uuristamis- ja kulutamisalaks, seega maismaaks, kus toimisid murenemistegurid ja vooluveed.

#### a) K a m b r i u m.

Kirjeldatud kivimid on kaetud konglomeraadiga ja siis järgnevad ülespoole liivakivid ning savid, millede kogupaksus tõuseb paiguti üle 200 m. Suurem osa sellest paksusest jääb merepinnast sügavamale. Esimene lade, mis paljandub pealpool merepinda, on nn. k a m b r i u m i s i n i s a v i, mille paksus on 50 ja enam m.

See sinisavi on tähelepanuvääriv selle poolest, et ta on kõvastumata ja kokku liitumata oma suurele geoloogilisele vanusele vaatamata. Seetõttu on ta ka tänapäeval kasutatav hea plastilise tellise ja tsemendi valmistamise savina (suurimad Eesti tellisevabrikud Tallinnas ja Aseris, tsemendivabrik Kundas). See savilade levib mitte ainult Eesti, vaid ka naaberlala aluspõhjas Venemaal, samuti Karjala kannasel. Seega on selle savi levimine ja varud äärmiselt suured.

Kõrgemal järgneb veel kaks järku kambriumi liivakive — eofüüton-liivakivi ja räniliivakivi kuni 25 m kogupaksuses. Esimene neist sisaldab vanimat Euroopa trilobiiti *Holmia mickwitzii*t ja vanimat ning väikesimat peajalget *Volborthella*t. Räniliivakivi kujutab endast keemiliselt üsna puhast liivakivi. Selle pealispind osutab jällegi kulutuse tunnuseid, on auklik ja sageli konglomeraadiga kaetud. See on ka arusaadav: mainitud kambriumikihid on kõik alamkambriumi ladestikust, järgnev kõrgem on ordoviitsiumi meresete; et kesk- ja ülemkambriumi setted puuduvad, siis on ilmselt vahepeal toimunud pikemaegne mere taganemine, maapinna kulumine ja uus üleujutus, mil pealetungiva ordoviitsiumi mere rand töötas välja konglomeraadi.

**Kihtide asend.** Loeteldud kambriumilademed paljanduvad Põhja-Eesti paekalda alumises osas. Tallinnast ida pool on merepinna tasemel sinisavi (Kunda—Aseri piirkonnas kuni paarkümmend m üle merepinna), Tallinna—Kakumäe piirkonnas eofüüton-liivakivi, Tiskrest Pakerordini räniliivakivi. See järjekord näitab, et kihid lääne poole veidi alanevad. Ida—lääne suunas on kihid siiski peaaegu rõhtsad; see on näha selgesti Põhja-Eesti paekaldas, kus ühed ja samad kihid peaaegu ühel ja samal kõrgusel on nähtavad umbes 300 km ulatuses (kui jälgida neid ka Venemaal, siis kuni 500 km ulatuses).

Peamine kihtide kallak Eesti alal on aga lõunasse; see kallak on õige väike, keskmiselt  $\frac{1}{4}^{\circ}$  ehk 3—4 m kilomeetri kohta.

## b) Ordoviitsium.

**Paekallas.** Põhja-Eesti paekallas on suurejoonelisemaid aluspõhja paljandeid mitte ainult Eestis. See on maksev niihästi maastikuliselt ilult kui ka kihtide geoloogiliselt tähtsusest ja rakenduslikult väärtuselt.

Paekalda profiil Tallinna juures on järgmine:

8,70 m	—	Lasnamäe lade	(ehituslubjakivi);
0,62 „	—	Aseri „	(„ülemine läätskiht“);
0,80 „	}	Kunda „	( <i>Vaginatum</i> -lubjakivi);
0,03—0,05 „			(„alumine läätskiht“);
2,75 „	—	<i>Megalaspis</i> -lade	(glaukoniit-lubjakivi);
0,50 „	—	Mäeküla lade;	
1,68 „	—	glaukoniit-liivakivi;	

4,20 m — diktüoneema-kiltkivi;

0,10 „ — püriidikiht;

3,00 „ — obolus-liivakivi.

**Obolus-seeria.** Selles profiilis moodustavad obolus-liivakivi ühes püriidikihiga, diktüoneema-kilt ja glaukoniit-liiv ühe seeria, nn. obolus-seeria, sest kõigis neis esineb lukuta käsi-jalgse *Obolus*'e perekonna esindajaid. Lisaks on ka obolus-liivakivi diktüoneema-kilda vahekihtide ja kihikestega läbi põimunud, mis näitab, et nende tekkimine toimus ruumiliselt õige lähedastel aladel. Et liivakivi on kahtlemata rannalähedane sete, siis peab ka diktüoneema-kilt mitte kaugel rannast settinud olema.

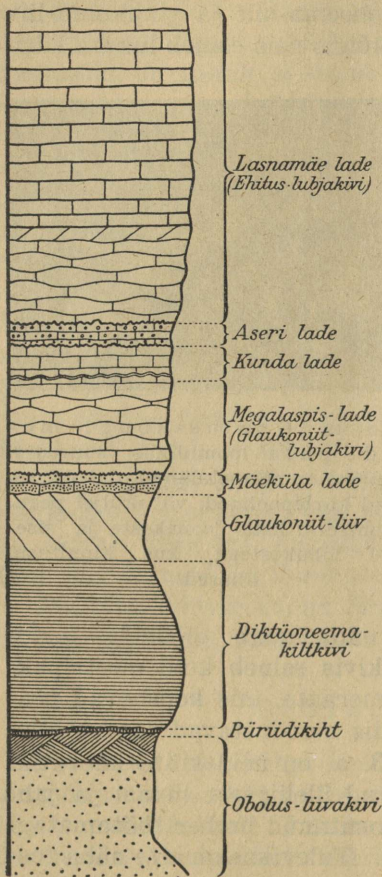
*Obolus*'te kojad annavad tähendatud liivakivile ka rakendusliku väärtuse. Need kojad ehk karbid koosnevad fosforhapust kaltsiumist, seega materjalist, mida saab töödelda fosforiks ja fosforväetiseks. Et liivakivis esineb kuni meetripaksusi vahekihte, nn. obolus-konglomeraate, mis koosnevad pea-aegu ainult *Obolus*'te karpidest, siis moodustavad need töötlemisväärsed maavara. Alates 1923. a. on neid kihte kaevatud (Ülgasel), sõelumise teel vabastatud üleliigsest liivast ja jahvatatud peeneks pulbriks, mis on osutunud ümber töötamatagi kasulikuks väetisaineks soomaadel. Tulevikus on ette näha fosforiiditööstuse suurendamist, sest obolus-konglomeraadi varusid on osutunud õige rohkesti.

Diktüoneema-kilt on savikiltkivi, mis sisaldab 20% orgaanilisi aineid ja on seega liik õlikive. See kiltkivi on mujalgi sageli esinevate graptoliit-kiltkivide näide. Temas esinev graptoliit *Dictyonema flabelliforme* on graptoliitide vanemaid esindajaid ja kujutab endast õrna võrgukest, millel asusid üksikloomikute karikakujulised kojad. Diktüoneema-kilda kasuta-



30. joonis. Obolus-konglomeraadi pala loomulikus suuruses. *Obolus*'ed on sõrmeküüne-kujulised lamedad karbipoolmed, välisküljel peente kontsentriliste joonekeste ja siseküljel lohukestega, kus kinnitusid lihased.

mise probleem on veel lahendamata, kuid ta sisaldab kogusummas väga suure hulga energiavarusid, sest tema enda hulk on õige suur. Peale selle on tema mineraalses osas kuni 10% kaaliumihapendit, mille tõttu selle kilda rakendamine kaaliumväetise väljatöötamiseks peaks end tasuma.



31. joonis. Eesti paekalda profiil Tallinna juures.  
Mõõt: 1:200.

Sama kaaliväetise seisukohalt on huvitav ka glaukoniitliiv, sest roheline mineraal glaukoniit sisaldab samuti kuni 8% kaaliumihapendit. P.-Ameerikas on seda mineraali juba pikemat aega kasutatud kaaliväetise töötlemiseks, mispärast see end ka meil võib-olla tasuks. Nii diktüoneema-kilda kui ka glaukoniitliiva paksus on läänes (Pakerordi neemel) suurim — kummalgi ligi 5 m. Ida suunas õhenevad mõlemad, Narvas on diktüoneema-kilda asemel paar sentimeetrit punakat kiltkivi. Kaugemal idas tõuseb nende eriti kiltkivi paksus jälle suuremaks, kui ta on Eesti alal.

**Alam-ordoviitsiumi liigestus.** Obolus-seeriast kõrgemal järgnevad ordoviitsiumi lademed, mis kivimiliselt esinevad enamasti lubjakivide ja merglitena, osaliselt aga dolomiitjate lubjakivide ja dolomiitidena. Osalt on nad jaotatavad ka kivimitunnuste põhjal, kuid põhiline geoloogiline liigestus toimub siiski kivististe alusel.

Nii on glaukoniitliival lasuvates lubjakivides samuti rohkesti mineraal glaukoniidi teri ja seepärast on nad ka glaukoniit-lubjakivi nime all tuntud, kuid glaukoniiti leidub ka veel teis-

teski lähedastes kihtides. Seevastu trilobiit *Megalaspis*'e esindajad on rohkearvulised vaid neis lubjakivides, kõrgemal tulevad lubjakivid, kus seda on trilobiit *Asaphus*'e liigid; kui ilmuvad *Chasmops*'i liigid, võime kõnelda juba kesk-ordoviitsiumist.

Üksikasjalikumalt on glaukoniit-lubjakivi liigestatav veel viieks vöötmeks, mis erinevad nii kivimi kui ka kivististe poolest; neid siinkohal aga ei käsitelda.

**Kunda lade.** Järgnev kõrgem — K u n d a lade — koosneb kahest vööttest: all „alumine läätskiht“, kus „läätsed“ kujutavad endist läätselukujulisi väikesi rauahapendi koondisi (ooiide ehk ooliite), ja peal vaginatum-lubjakivi, mis oma nimetuse on saanud nautiloiidi *Endoceras vaginatum*'i kodade rohkest esinemisest temas. See liik ja teisi, sageli üsna suuri nautiloiide, esineb selle lubjakivi kihipindadel arvukalt (seetõttu on varemajal seda lubjakivi ka üldises mõttes ortotseratiit-lubjakiviks nimetatud). Mis puutub „alumisse läätskihti“, siis on see ooiidega varustatud ainult Tallinnast ida pool ja seal ka mõnevõrra tüsedam kui Tallinna profiilis.

**Aseri lade.** See on Tallinna juures üsna õhuke ja esindatud ainult ühe vöötmeaga, mis varematal aegadel oli tuntud „ülemise läätskihi“ nimetuse all, eraldamiseks alumisest samalaadsete tunnustega kihist. Kaugemal idas on Aseri lade tüsedam (Narvas kuni 3 m) ja koosneb mitmest vööttest, kus kõigis esineb „läätsi“ — ooiide (seetõttu on ka läätskihi nimetust siin tarvitatud ainult jutumärkides, sest see vastab olukorrale vaid Tallinnas ja sellest läände).

Kõik senikirjeldatud lubjakivilademed õhenevad lääne ja paksenevad ida suunas, nii et nad Volhovi jõel Nõukogude Liidu piires on kokku üle 18,5 m paksud, ümmarguselt 4,5 m asemel Tallinna juures. Kõik need lubjakivid on meresetted ja tekkinud suhteliselt pika aja jooksul, mida näitab ühest küljest tunduv fauna areng nendes, teisest aga ka silmapaistvate kihivahede esinemine, eriti läänes, mis osutavad lünkadele settimises või juba settinud kihtide lahustumisele. Eestis neid lubjakive kasutatakse vähe, kuigi glaukoniit-lubjakivis on järke, mis sobiksid hästi ehituse otstarveteks. Kuid nende esinemine pealkalda järsaku ülemises osas teeb nad vähe kättesaadavaks. Omalt poolt mõjub aga ka asjaolu, et järgnev kõrgem — **Lasnamäe lade** — moodustub heast ehituslubjakivist, mis on kergemini kättesaadav ning ühtlaste heade omadustega üle



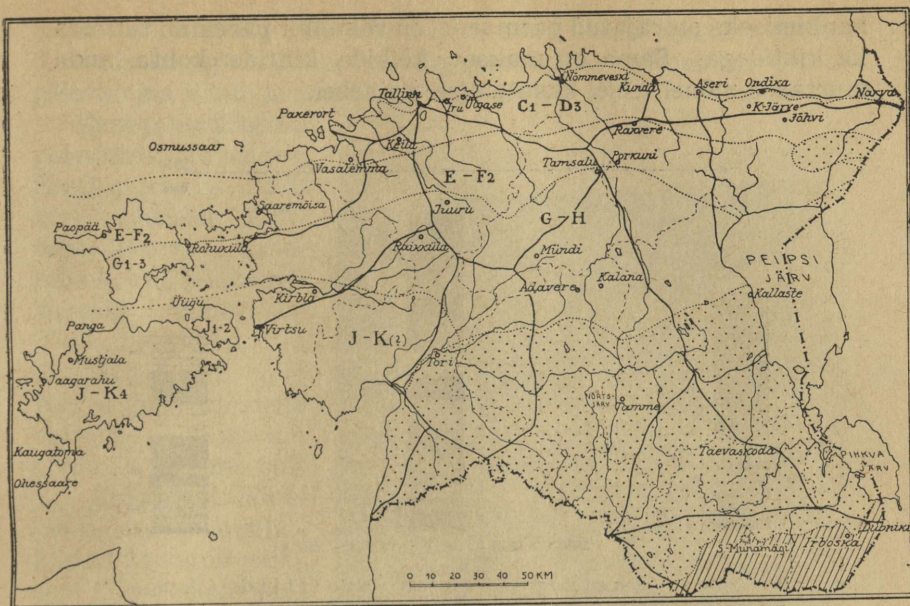
32. joonis. Vaade Lasnamäe paemurrule. Tähele panna korrapärast ja ühtlast kihelist ehitust ning murru suurust ja sügavust!

Eesti ala. Seetõttu leiamegi selle lubjakivi levimise alal pikal ribal rööbiti Põhja-Eesti paekaldaga arvukaid paemurde, milledest osa on suurimaid Eestis, nagu näiteks Lasnamäe paemurrud Tallinna juures, kus ehituskivi murdmist on teostatud juba sajandeid.

Kõik järgnevad kõrgemad kihid ei paljandu enam paekaldas; ka Lasnamäe lade ei ole täies paksuses paekaldas nähtav: tema ülemine osa moodustab peaaegu laudtasase paepealse paekalda naabruses.

**Lademete avamused ja paljandid.** Kõik kõrgemad lademed avanuvad samuti maapinnal ribadena rööbiti paekaldaga, kusjuures iga järgnev kõrgem lade ilmub oma avamusega lõuna pool madalamast lademest. Selle tagajärjel on kaart, millel on märgitud Põhja-Eesti paelademete avamused, ehk P.-Eesti aluspõhja geoloogiline kaart, ida—lääne suunas viiruline, kusjuures need viirud on lainjate piiridega, olenevalt maapinna ebataasustest.

Kõiki kõrgemaid lademeid saab tundma õppida peamiselt paemurdudes ja jõesängides, kus paljandub osalisi profiile. Kui



33. joonis. Eesti aluspõhja geoloogiline kaart. Ordoviitiumi ja gotlandiumi lademetes avamused on tähistatud tähtedega, keskdevon on täpitud, ülemdevon viirutatud.

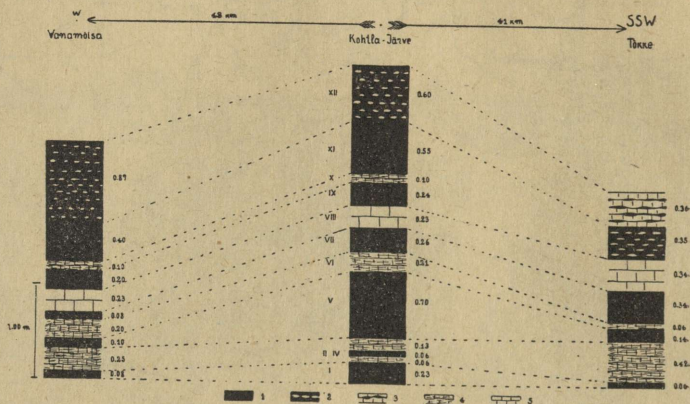
selliseid profiile on rohkesti, siis võib nende vahel paralleelsele tõmmates koostada ulatuslikumaid läbilõikeid terveist lademest. Rannajärsakuid väiksemas ulatuses leidub Saaremaa ja Muhu rannikuil, kus paljanduvad gotlandiumi paekihid.



34. joonis. Eesti geoloogiline läbilõik põhja—lõuna suunas. Ülikõrgenduse tõttu näib kihtide kallakus väga palju suurem kui tõeline, samuti on maapinna reljeef silmatorkavalt järsk. Jäät aegsed ja pärastjäät aegsed setted pinnal ebapideva kattena.

Paljandite hõreduse pärast on kõrgemate lademetes tundmine ebauhtlane; laiadel soostunud aladel ei ole sageli paljandeid, kuna kõrgematel, tihedamini asustatud aladel, kus ehituskivide

hankimiseks on rajatud paemurde, on võimalik paremini tutvuda ka kihtidega. Sama on maksev kõikide kihtide kohta, mida murtakse mõnel teisel kasutamise otstarbel.



35. joonis. Eesti põlevkivi profiilid (Vanamõisast, Kohtla-Järvelt ja Tõkke puuraugust). 1 — põlevkivi, 2 — põlevkivi lubjakivi vahekihistega, 3 — lubjakivi põlevkivi vahekihistega, 4 — bituumne lubjakivi, 5 — kahekordne lubjakivikiht.

**Kukruse lade.** Kukruse ladet on tema põlevkivi sisalduse pärast paljudes kohtades kaevamise ja puurimise teel tundma õpitud, kusjuures on selgitatud mitte ainult kaevamisväärsed põlevkivikihte, vaid saadud rohkesti materjali ka kogu lademe ja tema kivististe-sisalduse kohta. Kukruse põlevkivi on seniste teadmiste järgi tekkinud madalmeres, kus põleva aine peamassi on moodustanud väike mikroskoopiline vetikas siniroheliste vetikate hulgast. Selles vetikaterikkas meres elutses rikkalikult teisigi organisme — trilobiite, käsijalgseid, sammalloomi, karpe, tiguseid, nautiloide, tsüstiide ja merililiidaid, millede jäänuseid kivististena sellest lademest on tuntud üle paarisaja liigi. Põlevkivivetikat leidub väiksemal või suuremal määral kõigis Kukruse lademe kihtides, kus tema hulk võib lubjakivides silma paista pruunika värvusega (nn. bituumne lubjakivi). Lademe alumises osas esineb kihte, kus orgaanilist vetikate massi on pool ja isegi enam kivimist. See ongi siis see, mida kasutatakse põlevkivina ja õlikivina ja millest utmisel

tekib kuni 21% õli. Põlevkivikihte, mida kaevatakse, on arvult 6, nende kogupaksus on ümmarguselt 2,5 m, millest aga puhta põlevkivina saab arvestada u. 1,5 m.

Kaevamisväärseid põlevkivikihte leidub Eesti piires u. 2500 km<sup>2</sup> ulatusel Rakvere—Narva vahemikus, kus põlevkivivarusid arvestatakse 3700 milj. tonni. Lade jätkub ida pool Narva jõge, kus neile varudele lisandub võib-olla niisama palju. Rakverest lääne poole on põlevkivikihtide tüsedus väiksem ja nad ei ole kaevamisväärsed.

**Kesk-ordoviitsium.** Kümnekond meetrit allpool Kukruse ladet algab trilobiit *Chasmops*'iga iseloomustuv ladestik, mida võib käsitleda kui kesk-ordoviitsiumi.

Pealpool Kukruse ladet kuuluvad sellesse veel Jõhvi, Keila ja Vasalemma lade, mis enamasti koosnevad merglilistest lubjakividest, mis rakenduslikult on vähe kasutatavad. Erandi moodustab nn. „Vasalemma marmor“ selle lademe lääneosas Vasalemma—Keila piirkonnas. See on jämedakristalne, õige puhas lubjakivi, u. 10 m paksuses, tekkinud okasnahksete jäänustest, mis leiab kasutust keemilist laadi tööstusotstarvetel (lubjapõletamiseks, tselluloosi-, suhkrutööstuses) ja ehituskivina, kus ta oma poleeritavuse tõttu annab sobiva materjali sisevooderdusteks ja mitmesuguste esemete valmistamiseks.



36. joonis. Eesti põlevkivikihid Kohtla-Järve kaevanduse juures. Rooma numbrid paremal joonise serval võimaldavad seda joonist võrrelda eelmisega.

**Ülem-ordoviitsium.** Rakvere ja Saaremõisa lademed kuuluvad ülem-ordoviitsiumi ja moodustavad koos kaunis tüseda kihirühma ligi saja meetri paksuses. Rakvere lademe kivim on õige peeneterine, iseloomustava karpja murruga, mida teiste hulgast on suhteliselt kerge ära tunda. Saaremõisa lademes esineb mitmesuguseid kivimeid ja ta liigestub kivististe alusel edaspidi enam kui üheks lademeks. Sageli esineb nii Rakvere kui Saaremõisa lademes lubivetikaid; siin hakkab ka rohkem koralle esinema, nii et kõrgemates osades ilmub juba rahu-taolisi lubjakive. Rakenduslikult seisukohalt on osa Saaremõisa lademe kihte hea ehituskivi, suurem osa on aga vähe ilmastiku-kindel.

### c) Gotlandium.

Kus asub piir ordoviitsiumi ja gotlandiumi lademete vahel, on täpsemalt kindlaks määramata, kuid järgmine Porkuni lade tuleb paigutada juba alam-gotlandiumi. Selles lademes esineb juba rohkesti korallrahusid. Temal lasuv Juuru lade esineb sageli punasekirjaliste mergliiliste kihtidena ega leia seetõttu rakendust.

Seevastu järgnev **Tamsalu lade** annab arvukates pae-murdudes materjali eeskätt lubjapõletamiseks. Tamsalu ja Rakke jaama juures asuvad suurimad lubjaahjud Eestis, kus toorainena kasutatakse selle lademe lubjakivi. Kivim on eriti tähelepanuväärne seetõttu, et ta peaaegu täielikult koosneb käsijalgse *Pentamerus borealis*'e karpidest. Nende karpide läbilõiked kivimi pinnal sarnanevad rõngastega, mispärast rahvas seda paat tunneb „rõngaspae“ nime all.

**Raikküla lade.** Tamsalu lademele järgneb Raikküla lade, milles esineb tihedaid valgeid plaatlubjakive ja dolomiite, selle kõrval ka peenurbseid dolomiite, mida mitmes kohas murtakse ehituskivina (Märjamaa, Puskoküla). Tihe-date lubjakivide hulka kuulub nn. „Kalana marmor“, mis oma poleeritavuse ja heade isoleerivate omaduste tõttu elektri suhtes on kasutatav lülitustahvliteks ja muudeks väiksemateks plaatideks, kuna ta suuremate tükkidena ei murdu.

**Adavere lade.** Peale Raikküla lademe ilmuvad jälle *Pentamerus*'e liigid Adavere lademes, mis kivimiliselt koosneb dolomiitidest. Avamuse idaosas on need dolomiidid auklikud, osalt purustatud ja jälle liidetud ning sisaldavad plii, tsingi ja



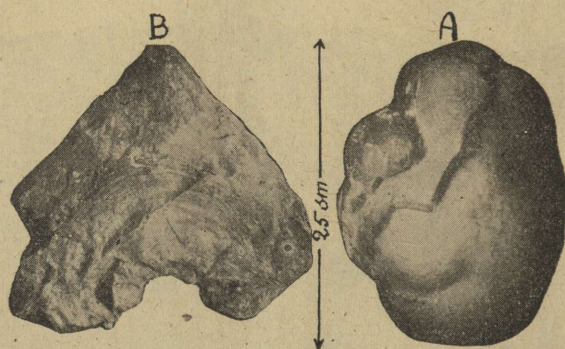
37. joonis. Rahudolomiitide paljand Muhus Püssina panga lähedal. Tähele panna ümmaraid jää ihutud vorme ja selge kihisuse puudumist!

raua väävelühendeid rohkemal määral, kui neid võiks olla merest settinud. On võimalik, et need ühendid lähemal uurimisel osutuvad kaevamisväärseiks.

**Saaremaa seeria. Jaani lade.** Järgnevad nooremad gotlandiumi lademed on parimini tundmaõpitavad Saaremaal ja Muhus. Vanim neist on Jaani mergel, üle 40 m paks mergeldolomiit (idas) või mergellubjakivi (läänes), mille lubjases osas on säilinud rikkalik kivistisfauna, peamiselt väikese-kasvulistest vormidest. Jaani kiriku juures Saaremaa põhjarannikul on merelained neid kivistisi kergesti lagunevast merglist välja pesnud, kus neid siis hõlpus on rohkel arvul rannal korjata.

**Muhu dolomiidid.** Meri, kus settis Jaani mergel gotlandiumi ajastu keskel, oli kahtlemata madalmeri, sest selles merglis ilmuvad rahumoodustised, mis Muhu dolomiitides, Jaani mergli peal, on juba õige laialt levinud. Muhu saare põhjaosas, Saaremaa põhjarannikul, Lõuna-Läänemaal ja Põhja-Pärnemaal on levinud paekõrgendikud, mis koosnevad konarlikkudest

ja auklikkudest dolomiitidest, kohaliku nimetusega „rahkjast paest“. See löökide suhtes äärmiselt kõva ja ka murenemisele vastupidav paas on rahudolomiit, mis on üle elanud ka jää kulutuse ja esineb nüüd kõvikuna maastikus. Rahudolomiidid



38. joonis. Stromatopore. A — stromatopoori mügarjas keha pealt vaadatuna; B — stromatopoori läbilõik, kus näha kihtjas-kaarjas siseehitus.

kui ka rahude ümbruses levivad korrapärasema kihitusega dolomiidid on koosseisult õige puhtad ja kasutatavad klaasi- ning metallitööstuses. Lääne-Saaremaal on need kihid ja osa rahumoodustisi mitte dolomiitsed, vaid lubjakivised. Ühel sellisel rahumoodustisel Jaagarahul Kihelkonna lahe ääres murtake õige puhast rahulubjakivi peamiselt väljaveoks tselluloositehastele. See on suurim paemurd Eestis, kus ajuti on töötanud üle paarisaja töölise. Lubjakivi tekkel on suur osatähtsus olnud stromatopooridel, ebakorrapärastel peenkihtjatel mügarikel mitmesuguses suuruses, mis kujutavad endist teatud mõõdul problemaatiliste organismide kehatoestikku. Nähtavasti toimus maakerge nende rahude tekkimise ajal seevõrra, et järgmised nooremad kihid sisaldavad juba mitte tüüpilist mereloomastikku, vaid mahkja või isegi magevee oma.

Järgnevas **Kaarma lademes** esineb nimelt hästisäilinnud kalakivistisi, vanimaid hästisäilinnud kalu üldse, nagu *Tremataspis*, *Cephalaspis*, *Coelolepis* jt., mis kuuluvad ühte klassi tänapäeva silmuga (sõõrsuulised), kuid on varustatud omapärase skeletiga. Nendega koos esinevad merestoomid *Eurypterus* ja suur *Pterygotus*, kellede kitiinist koorikud on



39. joonis. Saaremaa Kaarma dolomiidi murd Kuingul. Tähele panna pakse kihte! Esiplaanil valmistatud korstnakive.

täiuslikult säilinud selles kivimis. Kaarma lade on võrdlemisi tüse, üle 65 m ja koosneb mitmesugustest paeliikidest; ülekaalus on aga paksude kihtidena murtavad, kuid peenekihilise ehitusega merglilised dolomiidid, mida Saaremaal kasutatakse korstna- ja üldse ehituskivina, muu seas ka monumentideks, värvasammasteks jne.

Need ilmselt mitte päriselt merelise päritoluga kihid on meri hiljemini üle ujutanud ja settinud **Paadla** lubjakivi juba tüüpilise merefaunaga, samuti kui järgneva **Kaugatuma lademegi**. Kõige ülemine Saaremaa lade Sõrve lõunaosas — **Ohesaare lade** — osutab jälle rohkem rannaläheduse tunnuseid, sest ta sisaldab rohkem savivahekihte, ka liivarikkaid kihte.

Paadla lade sisaldab ka rahumoodustisi puhta lubjakiviga, kuna Kaugatuma lademes on kahesugust kivimit — merglilist ja puhast kristalset lubjakivi, millele meriliiliate varrelülide rõngataolised läbilõiked paiguti annavad ilusa mustri.

#### d) Devon.

Gotlandiumiajastu lõpul on meri meie alalt ilmsesti taganenud, sest järgneva alamdevoni kestel meil kihte ei ole tek-

kinud. Lõuna-Eesti madalamad devonikihid kuuluvad juba keskdevonisse ja asetuvad põiki üle mitmesuguse vanusega kihtide. Narva lähedal on nad ordoviitsiumi lademeil, Viljandimaal keskgotlandiumisse kuuluval Adavere lademel.

Keskdevonis toimus algul mere pealetung, milles settisid savid ja merglid, nagu nad esinevad Narva lähedal ja Võrtsjärve piirkonnas, samuti Navestil ja Pärnu jõel, kus aga esi-  
neb ka heledaid ja punaseid liivakive.

**Old Red.** Hiljemini settis õige tüse (u. 250 m) „Vana punase liivakivi“ (Old Red'i) mass, mis levib kogu Lõuna-Eestis, välja arvatud osa Võru- ja suurem osa Petserimaad. See liivakivi on pude, vilgurikas ja sisaldab sageli saue vahekihte. Savide hulgas esineb ka üsna heledaid, võrdlemisi tulekindlaid savisid väiksemate leiukohtadena. See sete ei ole samuti tüüpiline meresete, vaid kuulub suurelt osalt voolavale veele, osalt sisevete kogudele ja väiksemal määral mere rannalähedastele üleujutustele. Nagu eespool juba mainitud, on see kaugel Fenno-skandias kerkinud nn. Kaledoonia kõrgmäestiku kulumismaterjal, mis siin ja mujal selle mäestiku ümbruses suurte jõgede kaudu laiali kanti. Neis vooluvetes ja siseveekogudes elutses omapärane kalafauna, kuhu kuulusid hiigel-rüükalad, nagu *Heterostius*, kelle mõne liigi peapikkus üksi ulatus kolmveerand meetrini. Nende kalade Tartu ümbrusest leitud kogu moodustab Tartu ülikooli geoloogiamuuseumi ühe väärtuslikuma vaatamisväärsuse. Rakendust leiavad neist devonikihtidest peamiselt saued, millede hulgas nn. „tulekindlad“ saued on väärtuslikumaid, ja valged liivakivid Petseri ümbruses, mis oma puhtuselt on kõlblikud klaasi valmistamiseks.

**Ülemdevon.** Ülemdevonis ujutas kagust tulev meri suure osa sellest devonimandrist üle, settides mergleid, dolomiite ja lubjakive, millised Gorodištše ja Irboska lademe näol levivad Irboska—Rõuge vahemikus. Need algul laguunide, hiljemini tüüpilised meresetted sisaldavad rikkalikku ülemdevoni käsijalgsete ja limuste faunat, osalt ka lubivetikaid. Eesti piirides leiduv Dubniki lade aga koosneb savidest ja kipsist järgnevate lubjakivikihtidega. Kipsi settimine osutab suletud mere-lahe eraldumisele, milles esines tugev aurumine. Seega toimus siin ajutine mere taganemine. Kipsikihid, mis on esitatud siin peamiselt halli, kihilise, mitte täiesti puhta kipsina (harilikult kolm kihti keskmiselt 1,5 m kogupaksusega) paari õhukese

valge kiudkipsi vahekihiga, on tootmisväärsed ja kasutatud juba enne I maailmasõda. Varud võimaldavad siin senisest suurema kipsitööstuse rajamist.



40. joonis. Rändrahne Mustamäe jalamil Nõmme linna lähedal. Rändrahnude kuhjumine on sageli seletatav jää tegevusega mererannal.

Hilisemaid vana-aegkonna, keskaegkonna ja tertsiaari setteid Eestis ei ole leitud. Neid kas ei ole olnud või on mannerjääd jääajal ära kulutanud. Kogu nende pikkade ajastute kestel on Eesti ala olnud peamiselt küll kulumis- ja mitte settimisala. Praegu on raske kindlaks teha, missuguses ulatuses see kulumine toimus enne jääajastikku ja kuivõrra viimane seda täiendas.

## 2. Pinnakate.

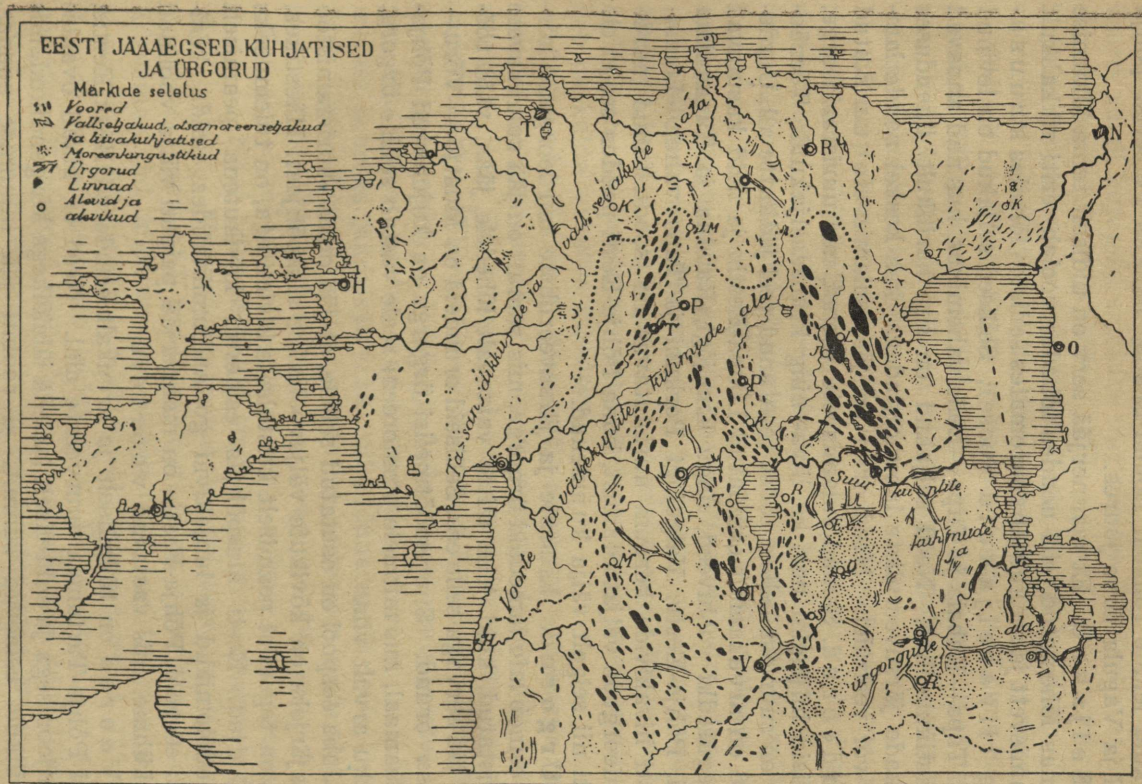
**Rändkivid.** Jääajastiku jälgi on Eestis näha igal sammul. Pääaegu kõikjal levivad Fennoskandia päritoluga rändkivid ja rändrahnud tard- ja moonekivimitest. Nad on ümmardatud ja lihvitud, kandes seega pika teekonna ja kulumise jälgi. Põhja-Eestis on suuri rändrahne rohkem (eriti Käsmu ümbruses). Nende rändkivide kivimit määrates võib sageli nende päritolu-kohta kindlaks teha ja sel kom-

bel mannerjää liikumisteedest kujutlust saada. Suured rändrahnud on silmapaistvad dokumendid hilisemast Maa ajaloost; seetõttu hinnatakse neid kui looduslikke mälestusmärke ja võetakse teatav arv neist looduskaitse alla. See on tarvilik mitte seepärast, et looduslikud tegurid võiksid neid kahjustada, vaid et raudkivi meil rakendatakse mitmesugustel otstarvetel (killustiku valmistamiseks, sillutuskivideks, monumentideks, ehitisteks), siis ongi juba rohkesti ka suuri rändrahne jäädavalt hävinud. Kõikide hävitamine ei oleks aga teadusliku uurimise ja tulevaste põlvede seisukohalt õigustatud.

**Moreen.** Rändkive ja rändrahne leidub mitte ainult maapinnal, vaid ka moreeni sees, mis katab suurema osa Eesti pinnast. See moreen sisaldab kõiksugu suurusega kivimiosi läbisegi, olles mõnikord rohkem liivakas, teinekord savikas, mõnikord väga munakaterikas, teinekord neist vaene — moreenliiv või moreensavi. Moreeniga kaetud on eeskätt meie põllustatud alad, sest savikas või savimoreen moodustab meie viljakamaid pinnaseid. Seega on Fennoskandia päritoluga murenemissaadustel suur majanduslik tähendus. Moreeniga kaetud alad on enamasti tasased või veidi lainjad ning künklikud. Aga ka Lõuna-Eestis levivad kruusamäed on enamasti kaetud moreenikihiga. Moreen jäi mannerjää sulamisel maha sel kombel, et jääsulal ja temas peamiselt põhjas ja põhja lähedal leiduv kivimaines vajas kokku. See on siis peamiselt põhimoreen.

**Otsmoreenid.** Jää servas kuhjus ka otsmoreene ja neid esineb Eestis mitmesugusel kujul: pikkade, sageli kaarjate seljakutena, nagu Risti—Palivere vahel Läänemaal või Väandra—Tori—Audru—Virtsu vahemal. Pikemal jääserva peatusel tekkis mitte ainult üks vall jääservas, vaid võis kujuneda terveid seljakute ja küngaste kogumikke. Sellised on Otepää ja Haanja künklikud moreenmaastikud, samuti kui väiksemaulatuslikud samalaadsed maastikud mitmel pool Eestis. Neil juhtudel ei ole aga tegemist ainult sortimata moreeniga kitsamas mõttes, vaid et jääservas tulvas ka sulamisvett, siis sortis ja kuhjas see jää sulamisvesi samuti liivast ja kruusast moreenmaterjali.

Mõnel juhul, kui need sulamisveed tõid rohkesti liiva, kuhjasid nad seda jääserva lõhedes mõhnastikena (ebakorrapäraste liivaküngastena) või kandsid seda laiadeks liiviku-



41. joonis. Eesti jääaegse päritoluga pinnavormide kaart.

t e k s (deltataolisteks liivaväljadeks). Selliseid möhnastikke ja liivikuid leidub rohkem Lõuna-Eestis, näiteks Petserist põhja pool ja Vagula järve juures.

**Seljakud.** Et mannerjää serv on üldiselt tema liikumise suunas lõhestatud, siis nendes lõhedes voolab eriti rikkalikult sulamisvett ja see kuhjab suuremates sellistes lõhedes k r u s a ning l i i v a s e l j a k u i d (oose). Sellised seljakud on levinud eriti Tapa—Kabala ja Tapa—Lelle vahemikus, kus nad annavad maastikule ilme. Need seljakud on aga harilikult ühenduses pikkade järsuveeruliste lammorgudega, kas keskel nende lammil või veerudel. Need orud on jää sulamisvete uuristatud u r d e o r u d. Samad sulamisvete voolud, mis uuristasid orge, settisid hiljemini neis ka liiva- ning kruusaseljakuid. Tõenäoliselt on suur osa sellest tööst teostunud veel jääkatte all. Uurdeorud on arvukalt esindatud Lõuna-Eestis ja neid kasutavad praegusedki vooluveed, nagu Emajõgi, Raudna ja Tänaassilma jõgi, Põhja-Eestis Valgejõgi Porkuni ja Tapa vahel. Lõuna-Eesti liivakivide kergem uuristatavus on soodustanud nende uurdeorgude väljatöötamist, kuna Põhja-Eesti paedes see ei ole alati nii selgelt välja kujunenud.

**Ürgorud.** Kitsaste ja järsuveeruliste uurdeorgude kõrval esineb laiu lamedaid ürgorge, mis samuti on jää sulamisvete uuristatud, kuid juba mitte vastavalt lõhedele jääs, vaid rööbiti jää servaga selle ees. Selliseid orundeid on Mustjõe—Võru—Piusa orund. Suuremõõtmelisi ürgorge on kujunenud Põhja-Saksamaal, kus mitmele otsmoreeni reale vastab selline ürgorg, kokku arvult viis.

Juba eespool on osutatud sellele, et jää otsese uuristamistöö tagajärjeks on kõvikute väljavoolimine aluspõhjast. Mäestikes, kus on tegemist peamiselt kristalsete kivimitega, on tulemuseks silekaljud. Eesti aluspõhjas esinevad kõvikutena peamiselt rahudolomiidid ja lubjakivid gotlandiumikihtides, mida käsitleti eespool. Põhja-Eestis on mannerjää paiguti välja voolinud paekühme, mis vastavad v o o r t e l e.

**Voored** on tüüpiliselt ja arvukalt esindatud Kesk-Eestis, eriti Põhja-Tartumaa suurvoorte alal. Need on pikad ovaalse põhijoonisega ja suhteliselt lameda läbilõikega kõrgendikud, mis harilikult esinevad rühmiti ja rööbiti jää liikumise suunas. Nende koostises on tuumaks sageli aluspõhi, millel pinnakattena on moreen, kuid just suurvoorte alal on sisemus kihitatud

kruusadest, kuna kattedeks on moreenikiht. Tänapäeva liustikud kujundavad vooi jääkeele all, seega võib ka mannerjää alal voorte süüdi kujutella samades tingimustes. Ka Eestis on näha, et suurvoorte alal levis jääkeel, mille servas Tartust põhja pool kujunesid otsmoreenmoodustised. Eriti kuulub ka Kolga-Jaani voorte ala ilmselt jääkeelele, mis kasutas Võrtsjärve nõgu.

Üldiselt on Põhja-Eestis pinnakate õhem ja Lõuna-Eestis tüsedam. Põhja-Eestis on jää otsene kulutav toime olnud tugevam, kuigi kõvem aluspõhi on sellele vastu pannud. Lõuna-Eestis esineb rohkem kuhjamisvorme.

**Rändpangased.** Eriline liik kuhjamisvorme on seni tuntud ainult Põhja-Eestist: need on r ä n d p a n g a s e d, nagu nad esinevad näit. Vaivara Sinimägedes. Need on suured, sadu kuni kümneid tuhandeid kantmeetreid sisaldavad aluspõhjalahmakad, mida mannerjää on haaranud nende alalisest asukohast ja kandnud kaugemale, harilikult siiski mitte väga kaugemale. Selliste suurte kivimikoguste haaramine on ilmselt soodustatud paekaldas, mis kujutas endast takistust jää liikumise teel. Sellega on vist seletatav, miks rändpangaseid arvukamalt esineb paekalda vahetus läheduses.

**Jääpaisjärved.** Mannerjää sulamisel ja jääserva taganemisel moodustus jääserva ja kaugemate kõrgendike vahel sulglohke, kus jää sulamisveed kogunesid järvedeks, nn. jääpaisjärvedeks. Sellised järved kujunesid Peipsi ja Võrtsjärve nõos ning hiljemini ka Põhja- ja Lääne-Eesti madalamates osades. Kui jääserv peatus juba Soome alal, oli suur osa Läänemerele suureks jääpaisjärveks, mille lõunarannik levis Eestis. Neis jääpaisjärvedes settis peeneterine setteaines, mida tõid jää sulamisveed. Neis on kujunenud viirsaivid (vt. eespool, ptk. „Maa ajaloo mõõtmise“) ja neis settis mitmel pool peeneterist mölli. Need kaks setteliiki ongi Eesti madalamates osades väga levinud. Viirsaivid esinevad laialt Lääne- ja Pärnumaa madalikel, kuna mölli leidub rohkesti Vana-Võrtsjärve nõos ja Kõrvemaa alal, mille iseloom suurelt osalt ongi tingitud sellest, et siin levis jääpaisjärv ja tekkisid sellekohased settid. Jääpaisjärvede rannamoodustisi leidub nüüd Eestis kuni ligi 100 m kõrguses. Kõrgemad Eesti alad ei ole ei hilis- ega pärastjääajal olnud vee all ja see avaldub ka nende pinnastes. Neist ei ole välja uhutud peent ainet ja seetõttu on need kõrgemad pealvee Eesti alad viljarikkamad allvee Eesti aladest.

## e) Alluuvium.

Jääpaisjärvedes ja nendega ühtaegu tekkinud setted on hilis-jääaegsed. Kõik pärast seda tekkinud setted kuuluvad geoloogilisse nüüdisaega ehk alluuviumi. Neist setetest on juba käsitletud soid ja turbaid, millest selgus pärastjääaegne metsade ja kliima ajalugu.

Kõigis maapinna nõgudes on kogu pärastjääaja jooksul kogunenud setteid vihmavete ja lume sulamisvete toimetel. Nii leiame maapinna nõgudes uhtliivasid ja -savisid, mis on ulatuslikumad seal, kus lohkvormid ise on rohkem levinud. Lõuna-Eesti küngaste ja voorte vahel olevate lohkuude põhjas on hari-likult ikka uhtsavisid, kui neil küngastel ja voortel levib savimoreen, ja liiva, kui künkad ise on liivakad. Sälkorgudest, mida pinnaveed on uuristanud kõikjal Lõuna-Eestis jääaegsete uurde-ja ürgorgude veerudesse, on tunduvaid liivseteid kuhjunud nende varemate orgude lammile. Tuule toimetel on veekogude randades kuhjunud tuiskliiva, mis suuremate aladena esineb Peipsi järve ja Pärnu lahe rannikul ning Narva jõe suudmealal. Huvitavad on luiteread sisemaal, eriti Lääne-Eestis ja saartel, kus nad sageli kerkivad soodest ja levivad kaarjate ridadena ligikaudu rööbiti praeguse mererannaga. Need on kujunenud endiste Läänemere arenemisjärkude — Litoriina-mere ja Antsülusjärve randades.

Loomulikult on Antsülusjärv ja Litoriina-meri jätnud setteid nendele praegustele Eesti rannikualadele, mida nad üle ujutasid. Seal on liiva- ja kruusarandvälle ja liivaseid ning savikaid mere- või järvesetteid. Mõnikord sisaldavad need kruusad ja liivad selleaegsete loomade karpe ja muid jäänuseid, mida siis saab kasutada juhtkivististena. Eriline sete on tekkinud mõnedes madalates Litoriina-mere lahtedes, kus hulgaliselt sigines räni- ehk diatoomvetikaid. Nende vetikate kestad on kuhjunud nende lahtede põhja kuni 5 m paksuselt ja moodustavad nüüd nn. diatomiidi. Laialdane diatomiidi ala on Eestis Narva jõe suudmealal, kus arendatakse ka tema tootmist.

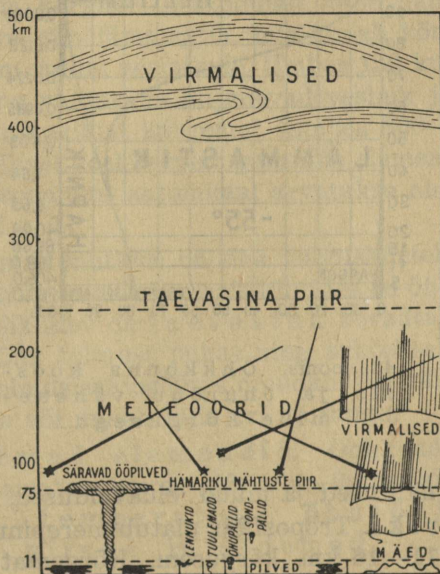
Ka muude järvede ja veekogude põhjas on pidevalt tekkinud setteid: järvemuda, järvekriiti, rauamaaki, mida nüüd sageli leidub turba all, sest tihti on need järved kinni kasvanud ja arenenud turbarabadeks.

# VII. Õhkkond.

## 1. Õhkkonnast üldse.

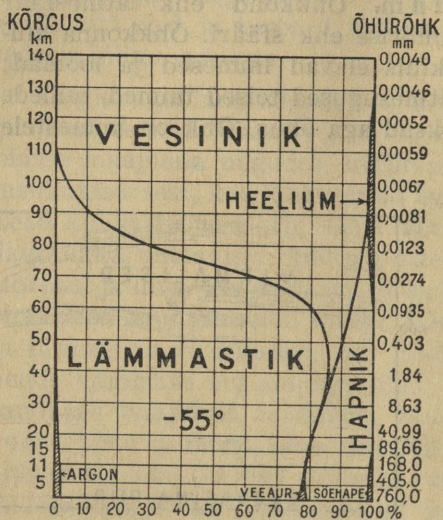
**Õhkkond kui eluruum.** Õhkkond ehk atmosfäär moodustab Maakera välise ümbrise ehk sfääri. Õhkkonna alu- mises, maapinna lähedases kihis elavad inimesed ja loomad; siin kasvavad ka puud ja mitmesugused teised taimed, millede juured on mullas, tüved ja oksad aga õhus. Õhk on inimestele ja loomadele hädavajalik hingamiseks ja muuks elu- tegevuseks. Inimene ja loom võivad häda korral pikemat aega nälgida, kuid ilma õhuta kustub nende elu varsti. — Üht- lasi on õhkkond, vähemalt tema alumine, maapinna lähedane kiht, elusolestele eluruumiks. Kuid ka õhkkonna kõrgemad kihid on viimase kahe- kolme- kümne aasta kestel lennu- asjanduse arengu tõttu muutunud inimese tege- vusväljaks. Määratu suur tähtsus on nüüd õhkkon- nal kui lennuruumil nii rahu- kui ka sõjaaja oludes. Selles suhtes õhk- konna tähtsus aina suu- renebki.

Kuid peale otsese tähtsuse eluruumi mõttes on õhkkonnal ka määrav tähtsus eluruumile ilme andmisel. Õhkkonna elementidest ja nende olekust oleneb ju teatavasti ka maapinna-, vee- ja taimkattevormide kuju ja levik. Pinnamood, veestik ja taimkate ühes kliimanähtustega on aga, nagu teame, olulise- maid tegureid inimese olukeses ja teotsemises. Nii on siis ka õhk- konna kaudne mõju eluruumi kujundajana määratult suur.



42. joonis. Kõrgusnähtusi õhkkonnas.

**Õhkkonna tüsedus.** Õhkkonna alumiseks piiriks loetakse ookeanide ja maismaa pind. See piir pole siiski absoluutne — õhku leidub ka vees lahustunud olekus, maakoore pealiskihitide lõhedes ja pinnases. Õhkkonna ülemine piir pole ka täpselt teada.



43. joonis. Õhkkonna koostis ja õhurõhu vähenemine kõrgusega.

Ligikaudselt on seda piiri püütud määrata mõnesuguste õhkkonnas esinevate valgusnähtustete kõrguse mõõtmisega. Siia kuuluvad virmalised, koidu- ning ehavalgus, langevad tähed jne. Mainitud valgusnähtuste kõrguse mõõtmise andmete alusel arvatakse õhkkonda ulatuvat 500 kuni 600 km kõrguseni. Võimalik, et õhkkonna ja muu maailmaruumi vahel puudub üldse terav piir.

Õhkkonna alumist osa, milles toimuvad ilmastiku-

nähtused ja muud eluavaldused, nimetatakse troposfääriks. Troposfäär ulatub merepinnalt arvates keskmiselt umbes 11–16 km kõrguseni. Kõrgemat õhkkonna osa kuni 70 km kõrguseni nimetatakse stratosfääriks. Stratosfääri olude kohta on veel võrdlemisi vähe andmeid.

**Õhu koosseis.** Õhk on teatavasti gaasilises olekus. Koosseisult on ta mitmete gaaside mehhaaniline segu. Peaasadeks kuivas õhus maapinna lähedal on lämmastik ja hapnik. Ruumalalt on lämmastikku 78%, hapnikku 21%. Peale nende esineb õhus veel argonit 0,9%, süsihappegaasi umbes 0,03%, vesinikku, ozooni, veeauru jt. gaase. Ka tolmu ja mikroskoopilisi pisikuid leidub õhus. Süsihappegaasi, veeauru, tolmu jne. sisaldus õhus on muutuv ning sõltub mitmesuguseist kohalikest teguritest.

Nii on mere läheduses õhus vähem süsihappegaasi ja tolmu. Tulemägede ümbruses on õhus rohkem süsihappegaasi ja väga rohkesti tolmu. Sama lugu on ka õhuga suurtes linnades, kus töötavad vabrikud ja elab tihedalt inimesi. Kinnistes ruumides, nagu saalides, klassides jne., võib süsihappegaasi sisaldus tõusta kuni 0,07%. Seesugune õhk tundub raske. On õhus süsihappegaasi sisaldus tõusnud juba 0,5—1%-ni, siis võivad inimesed ja loomad lämbuda.

Kõrgemas õhkkonna osas on õhu koosseis teissugune. Nii väheneb kõrgemale tõustes hapniku sisaldus pidevalt, lämmastiku oma aga kasvab. Kõrgemates õhukihtides ja kõrgmägedes ongi hapniku puudus ühes õhu hõredusega eriliste mäehaiguste põhjuseks. Umbes 70—80 km kõrgusel maapinnalt kaob hapnik täiesti. Valdav element on siin lämmastik, mis annab kõrgemale tõustes järjest rohkem ruumi vesinikule. Umbes 150 km kõrgusel kaob lämmastik ning valdavaks kujunevad vesinik ja heelium. Oletatakse, et vesinikukihist kõrgemal (umbes 300—500 km kõrgusel) levib vesinikust veel kergem gaasiline element geokoroonium. Geokorooniumi aatomkaal arvatakse olevat 0,4 (vesiniku aatomkaal = 1).

**Õhu värvus.** Õhukestes kihtides on õhk valguskiirtele läbipaistev ning seepärast värvusetu. Paksemas kihtides on õhk harilikult sinakas. Eriti meelikõitev on taevasina kevadtalvel ja varakevad. Siis on õhk tolmust puhas ning suhteliselt veeauruvaene. Veeauru- ja tolmusisaldus õhus muudab õhu värvuse (taevasina) tuhmimaks või annab talle eri värvingu.

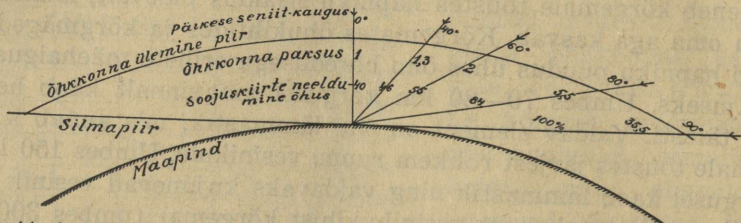
**Õhkkonna olulisemad elemendid.** Õhkkonna kui elu- ja lennuruumi tähtsamateks elementideks on ilmastikulisel ja kliimalisel tegurid: temperatuur, õhurõhk, tuuled, õhuniiskus, pilved ja sademed.

## 2. Õhu temperatuur.

**Soojusallikad ja -hulk.** Maapinna ja õhu peamiseks soojusallikaks on Päikese kiiritamine ehk insolatsioon. Soojushulk, mida saavad õhk ja maapind teistelt taevakehadelt ning ka Maakera enese sisemisest ürgsoojusest, on praktiliselt tähtsusetu.

Üldine soojushulk, mida saadab Päike aasta jooksul Maakerale, on määratult suur. Seda arvestatakse  $134 \cdot 10^{22}$  gramm-kalorile; selline soojushulk suudaks sulatada aasta jooksul Maakeral umbes 36 m paksuse jääkihi. Kuid kõik Päikeselt Maa-

kerale tulev soojus ei jõuagi maapinnani. Osa sellest absorbeerub ehk neeldub õhus. Seejuures soojeneb õhk kui läbipaistev keskkond otseselt päikesekiirtest siiski vähe. Õhkkonna alumised kihid, umbes 1 km kõrguseni, saavad oma soojuse peamiselt maapinnalt soojusejuhtivuse teel. Kõrgemale õhku kandub see maapinna kiirgamissoojus ülespoole tõusvate õhuosakestega ehk nn. konvektsiooni püstvooludega.



44. joonis. Päikesekiire neeldumine õhkkonnas, olenedes kiirte langemisnurgast õhuniiskuse puhul.

Kõik Maakera pinnaalad, seega ka õhkkonna alumised kihid, ei saa ühteviisi osa päikesekiirte energiast. See nähtus on mitmesuguseist tegureist.

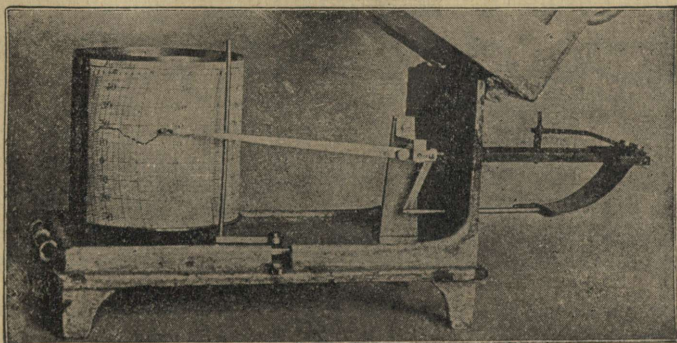
Nii on tuntud tõsiasi, et kõrgemalt ehk püstisemalt langevad päikesekiired toovad maapinnale rohkem, madalamalt langevad aga vähem soojust. See nähtus on seletatav päikesekiirte neeldumisega õhkkonnas. Mida paksem on päikesekiirte poolt läbitav õhukiht, seda suurem on seal ka soojuskiirte neeldumine (vt. 44. joon.). Niisiis: Maakera soojushulk oneneb päikesekiirte langemisnurgast.

Kuid peab meeles pidama, et päikesekiirte neeldumine õhus pole alati ühesugune — niiskes õhus on ta suurem, kuivas õhus väiksem. Nii saab pilvituse puhul maapind Päikeselt vähem soojust kui muudel samadel asjaoludel selge ilmaga. Kuid samal ajal kaitseb pilvitus maapinda ja alumisi õhkkonna kihte jahutamise eest. Seega on pilvitusel suur mõju maapinna ja alumiste õhukihtide soojenemisel.

Samuti on tuntud nähtus, et mida pikem on Päikese kiiritamisaeg, seda suurem on soojushulk, mida saavad alumised õhukihid ja maapind Päikeselt. Niisiis: maapinna ja õhkkonna alumiste kihtide soojushulk oneneb ka Päikese kiiritamisaja vältusest.

Tuntud on ka mere mõju õhkkonna alumiste kihtide soojenemisel. Teatavasti on vee soojusmahtuvus palju suurem kui maismaal. Seepärast soojeneb vesi antud kraadini aeglasemalt kui maismaa, kuid jahtub ka aeglasemalt kui maismaa. Niisiis: mered tasandavad õhu temperatuuri k ä i k u.

Maapinna ja selle lähedase õhu soojenemisel on tähtis ka antud koha absoluutne kõrgus. Nii teame, et maa- või merepinna kõrgemale tõustes õhu temperatuur langeb. Kuivas õhus on temperatuurilangus suurem (100 m kõrguse kohta keskm.  $1^{\circ}$  C), niiskes õhus väiksem. Keskmiselt võttes alaneb temperatuur iga 100 m kõrgemale tõustes  $0,6^{\circ}$  C. Samavõrra tõuseb õhu  $t^{\circ}$ , kui kõrgematelt aladelt laskuda allapoole.

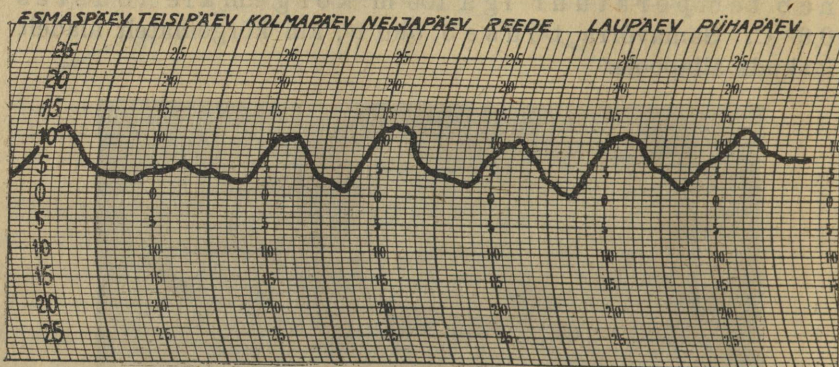


45. joonis. Termograaf. Paremäl näha kõver toruke, mille alumine ots on ühendatud kangikeste abil sulega.

Mainitavad on maapinna ja alumiste õhukihtide soojenemisel ka pinnase koosseis ja taimkate, näiteks soojeneb liivane pinnas päikesepaistel rohkem kui savine, samuti jahtub ta ka kiiremini. Ka roheline taimvaibaga alad soojenevad päikesepaistel vähem kui taimkattevabad alad.

**Õhu temperatuuri mõõtmine.** Õhu temperatuuri mõõdetakse termomeetriga. Meil ja mujal Euroopas kasutatakse Celsiuse, Inglismaal ja tema asumais ning USA-s Fahrenheiti termomeetrit. Peale harilikkude termomeetrite kasutatakse ilmajaamades temperatuuri mõõtmiseks ka maksimaal- ja minimaaltermomeetreid ning termograafe (vt. 45. joon.).

Termograaf on isekirjutav termomeeter. Tema tähtsamaks osaks on õhukesest valgevaskplekist lame ning kõver kinnine toruke. Toruke on täidetud piiritusega. Temperatuuri tõustes piiritus paisub rohkem kui plekk ning sunnib toru sirgenema. Temperatuuri alanedes piiritus tõmbub rohkem kokku kui plekk. Toruke paindub seejuures kõveramaks. Torukese kuju muutumine kandub kangikeste abil kirjutussulele. Sulg puutub vastu paberlinti, mis on asetatud ühtlaselt liikuvale silindrile. Temperatuuri tõusmisel liigub sulg ülespoole, langemisel — allapoole ning kirjutab paberile kõverjoone. Seda kõverjoont nimet. termogrammiks. — Silinder teeb täie ringi ühe nädala jooksul. Paberilindile on märgitud rõhtsuunas nädalapäevad ja tunnid, püstsuunas temperatuurikraadid. Nii võime termogrammilt lugeda, missugune oli õhu temperatuur teataval päeval ja kellaajal (vt. 46. joon.).



46. joonis. Termogramm. Koostatud Tartu ülikooli meteoroloogia-observatooriumis 25. IV — 2. V 1932. Rõhtjoontega loetakse temperatuurikraade, püstkaarjoontega kellaaega iga 2 tunni järel. Kraadinumbritevaheline jämedam püstkaarjoon tähistab keskpäeva, teine jämedam — keskööd.

Õhu temperatuuri vaadeldakse ühtluse otstarbel iga päev ühel ja samal kellaajal. Eesti meteoroloogiajaamades toimub see kolm korda öös-päevas: kell 7, kell 13, kell 21. Vaatlustel saadud andmeist arvutatakse ööpäevane kesktemperatuur. Ööpäevastest kesktemperatuuridest saadakse kuu ja aasta kesktemperatuur. Mitmekümneaastased (25, 50, 100 jne. aasta) vaatlused annavad teatava koha aasta või üksikute kuude normaalse kesktemperatuuri.

**Ööpäevane temperatuurikäik.** Igatunniseist temperatuurivaatlusist selgub, et ööpäevases temperatuurikäi-

gus saabub  $t^0$ -i kõrgeim seis ehk maksimum harilikult kella 13—14 ajal, madalaim seis ehk miinimum aga veidi enne päikesetõusu.

Ööpäevase  $t^0$ -i maksimumi ja miinimumi vahet nimetatakse temperatuuri ööpäevaseks amplituudiks. Selle suurus on muutlik. Ta oleneb aastaaegadest, mere kaugusest jne. Talvel on ta harilikult väiksem kui suvel. Kõrbedes tõuseb  $t^0$ -i ööpäevane amplituud näit.  $40^0$  kuni  $45^0$ -ni.

**Aastane temperatuurikäik.** Nagu ööpäevases, nii ei ühti ka aastases temperatuurikäigus  $t^0$ -i maksimum Päikese kõrgeima ja  $t^0$ -i miinimum Päikese madalaima käiguga. Temperatuurikäik hilineb Päikese käigust umbes ühe kuu võrra. Nii on meil põhjapoolkeral juuni asemel  $t^0$ -i maksimum juulis ja detsembri asemel  $t^0$ -i miinimum jaanuaris. Lõunapoolkeral on  $t^0$ -i maksimum jaanuaris ja miinimum juulis.

Selline aastase temperatuurikäigu hilinemine seletub sellega, et näit. põhjapoolkeral peale talvist pööripäeva (22. XII) on veel umbes kuu aja vältel soojuse juurdevool Päikeselt väiksem kui soojuse äravool maapinnalt kiirgumise näol. Alles jaanuari lõpul või veebruari alguses tasakaalustuvad soojuse juurde- ja äravool. Siitpeale algab pikaldane temperatuuri tõus ja kestab juuli lõpuni või augusti alguseni. Augustis algab soojuse äravoolu ülekaal juurdevoolust ja seetõttu pikaldane temperatuuri langus.

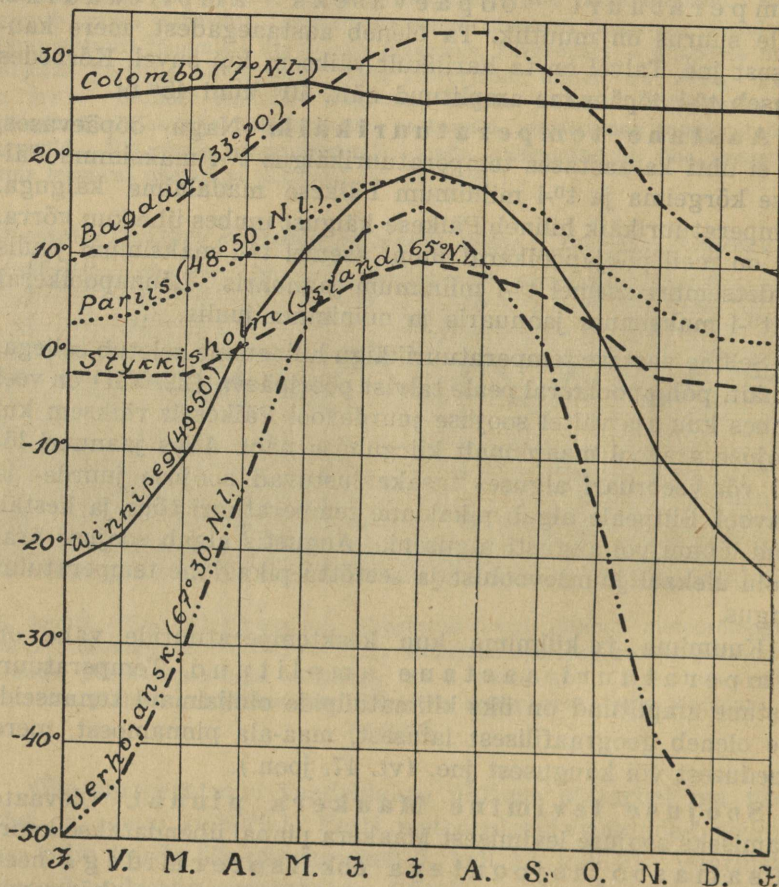
Kuumima ja külmima kuu kesktemperatuuride vahe on temperatuuri aastane amplituud. Temperatuuri aastane amplituud on üks kliimatüüpide olulisimaid tunnuseid. See oleneb geograafilisest laiusest, maa-ala pinnamoest, mere lähedusest või kaugusest jne. (vt. 47. joon.).

**Soojuse levimine Maakera pinnal.** Ülevaate saamiseks soojuse levimisest Maakera pinnal ühendatakse kaardil sama soojusjoontega ehk isothermidega need kohad isekeskis, millel on üks ja sama merepinna kõrgusele taandatud normaalne kesktemperatuur.

Vaatluseks on sobiv võtta jaanuari-, juuli- ja aastaisotermid. (Võtke kooliatlasest vastavad kaardid!)

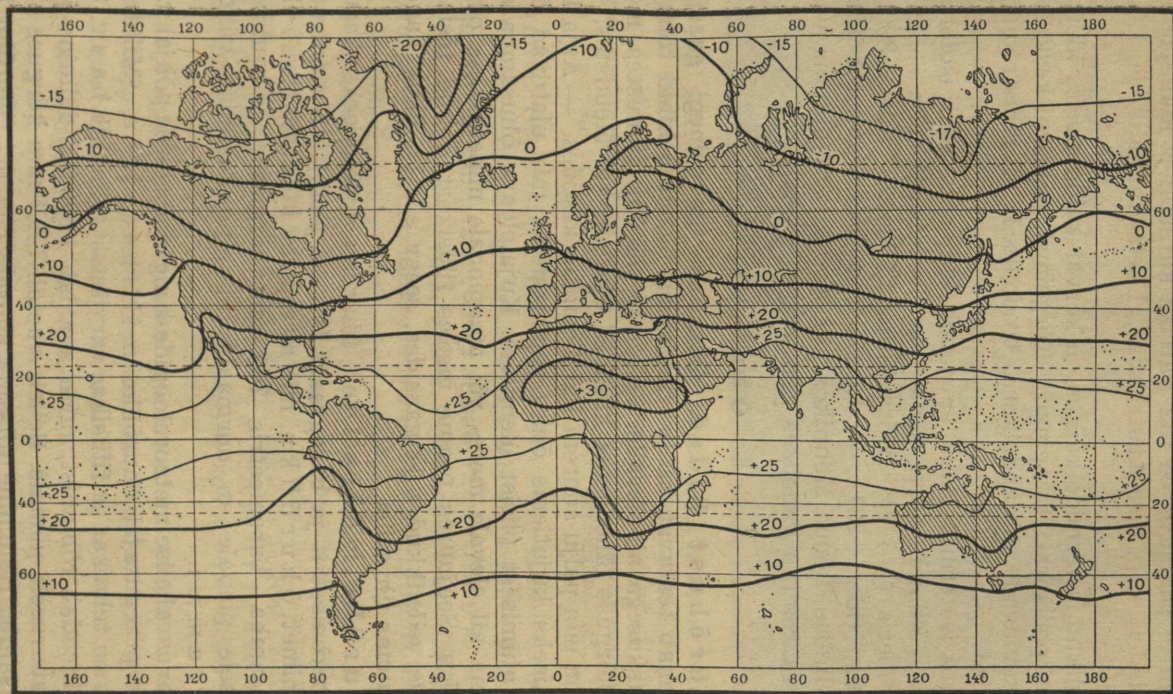
Jaanuari isothermid käik on merederikkamal lõunapoolkeral ühtlasem kui mandriterikkal põhjapoolkeral. Nii näit. Põhja-Ameerikas läbib 40. põhjalaiuskraadi  $0^0$  isotherm.

Lääne-Euroopas läbib sama laiuskraadi aga  $+10^{\circ}$  isoterm. Seega on Lääne-Euroopas jaanuari kesktemperatuur  $10^{\circ}$  võrra kõrgem kui samal laiusel Põhja-Ameerikas. See asjaolu on tingitud peamiselt Euroopas sooja Golfi, P.-Ameerikas



47. joonis. Aasta kesktemperatuuri kõverad mandrilise ja merelise kliimaga aladelt.

aga külma Labradori merehoovuse mõjust. Ka lõunapoolkera rannikuil nähtub isotermide käigus soojade ja külmade merehoovuste mõju, kuid mitte nii suurejooneliselt kui Atlandi ookeani põhjaosa rannikul. — Külümim ala talvel on Verhojanski



48. joonis. Aastaisotermid.

ümbrus Kirde-Siberis. Siin on jaanuari keskt<sup>o</sup> —50<sup>o</sup> kuni —55<sup>o</sup>. Kõrgeim t<sup>o</sup> jaanuaris on Ida-Aafrika kiltmaal ja lõunapoolkera kõrvealadel, s. o. Sise-Austraalias, Edela-Aafrikas ja Lõuna-Ameerikas.

Juulikuu isothermide käigus on kõrvalekaldumised rööbikuist mõlemal poolkeral väiksemad. Kõrgeimat juulikuu keskt<sup>o</sup> (üle 30<sup>o</sup>) esindavad põhjapoolkera troopilised ja lähistroopilised kõrvealad.

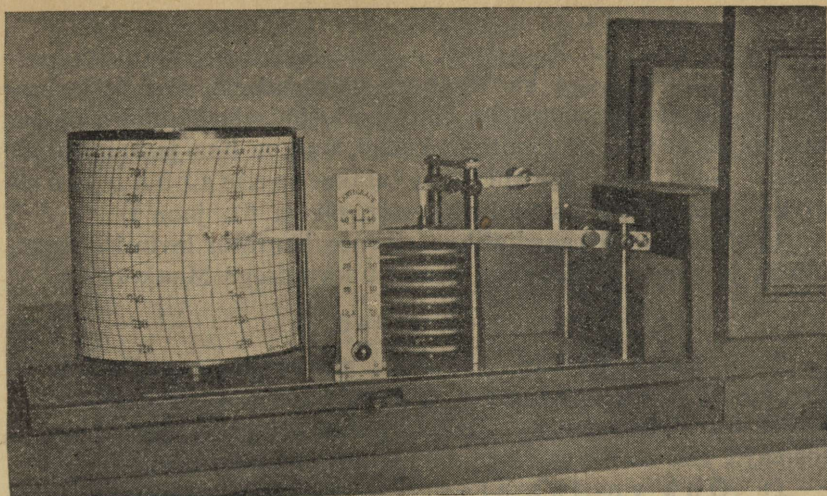
Aasta isothermide käik sarnaneb üldjoonis juuli isothermide käiguga. Külminim aasta keskt<sup>o</sup> on Gröönimaal (alla —20<sup>o</sup>) ja Kirde-Siberis (—17<sup>o</sup>). Kõrgeim aasta keskt<sup>o</sup> (üle +30<sup>o</sup>) on Sudaanis, (üle +28<sup>o</sup>) — Lõuna-Rodeesias, Lõuna-Araabias, Lõuna-Indias, Lõuna-Mehhikos ja Loode-Austraalia ning Väike-Sunda saarestiku vahelises alas (vt. 48. joon.).

### 3. Õhurõhk.

**Õhurõhust üldse.** Õhk nagu iga teinegi gaasiline keha omab teatavat kaalu. Õhkkonna ülemised kihid rõhuvad oma raskusega all-olevaile. Seega on siis õhk alumistes, merepinna kõrguse lähedastes kihtides tihedam kui ülemistes. Ka surve on siin palju suurem kui ülemistes kihtides. — Asja lihtsustamiseks kujutleme õhku sammastena, mis ulatuvad õhkkonna alumisest piirist ülemiseni. Kujuteldava õhusamba survet tema all olevale mere- või maapinnale nimetatakse õhurõhuks. Seejuures peame meeles füüsikast õpitud tõsiasi, et surve vedelikkudes ja gaasides, seega siis ka õhus, kandub igas suunas ühteviisi.

**Õhurõhu mõõtmine.** Õhurõhu mõõtmiseks kasutatakse baromeetrit ja barograafi (vt. 49. joon.). Normaalseteks nimet. õhurõhku, mis merepinna kõrgusel surub elavhõbedasamba baromeetris 760 mm kõrgusele. 1-ruutsentimeetrisele pinnale on normaalse õhurõhu kaaluline väärtus 1033 grammi.

Rahvusvahelise meteoroloogide-kongressi otsuse põhjal mõõdetakse praegusajal õhurõhku millibaarides. Millibaari aluseks on tehnikas ja füüsikas tarvitav rõhuühik baar. Üks baar tähendab rõhumist, mida avaldab 1 000 000-düümine jõud 1 cm<sup>2</sup> suurusele pinnale. Sellele vastab 750,1 mm kõrguse elavhõbedasamba rõhumine niisama suurele pinnale. Õhurõhu ühikuks on puhtpraktilisil kaalutusil võetud 1 tuhandik (0,001)



49. joonis. Barograaf. Barograafi tähtsamaks osaks on hõrendatud õhuga karbikesed (6—7), mis ülestikku olles moodustavad kinnise samba ning on tundlikud õhurõhumisele. Samba ülemine pind on ühenduses kangide-süsteemiga. Selle kaudu kandub õhurõhu muutumine silindri peal olevale paberile samal põhimõttel kui termograafilgi.

osa baarist. See ongi millibaar (mb). Nii 1 mb vastab 0,75 mm-le ja 1 mm vastab 1,33 mb-le. Normaalsele õhurõhule 760 mm-le vastab 1013,2 millibaari. Niisiis seisab vahe endise ja praeguse õhurõhu mõõteskaala vahel selles, et praegune annab õhurõhu väärtused otse rõhuühikuis, endises aga avaldati õhurõhk kaudselt elavhõbedasamba kõrgusega mm-tes.

Merepinna kõrguselt üles õhku tõustes väheneb õhurõhk. Madalamates õhukihtides ja madalamas t<sup>0</sup>-s on see õhurõhu vähenemine antud kõrguse kohta suurem, kõrgemates õhukihtides ja kõrgemas t<sup>0</sup>-s väiksem. Merepinnalt kõrgemale tõustes väheneb õhurõhk normaalsest õhurõhust keskmiselt 1 mm võrra iga 10,5 m kõrguse kohta. Seda kõrgust m-tes õhurõhu 1 mm languse kohta nimetatakse baromeetriliseks kõrgusastmeks.

Baromeetreid kasutatakse muuseas ka mägedes kõrguse mõõtmiseks. Selleks on koostatud nn. hüpsomeetrilised valemid, kus arvestatakse õhurõhku mäejalal ja mäetipul ning vaatlusaegset temperatuuri ja niiskust.

**Õhurõhu muutumine ja levimine.** Õhurõhu levimine üle kogu Maakeri pinna ei ole ühtlane. Ekvatoriaalses ja parasvöötmete alas on õhurõhk harilikult väik-

sem, lähistroopilistes ja polaaralades aga suurem. See nähtus sõltub ühelt poolt üldisest soojuse levimisest Maakera pinnal, teiselt poolt aga ka Maakera pöörlemisest oma telje ümber. — Kujutluse saamiseks õhurõhu levimisest Maakera pinnal ühendatakse kaardil joontega kohad, kus on üks ja sama õhurõhk. Neid jooni kaardil nimetatakse samarõhujoonteks ehk isobaarideks (vt. 60. ja 61. joon.).

(Tutvuge koolikaardistikus olevate õhurõhu levimise kaartidega ja nende järgi üldise õhurõhu levimisega Maakeral!)

#### 4. Tuuled.

**Tuultest üldse.** Õhurõhu muutumise tagajärjeks on õhu liikumine ehk voolamine. Õhuvoolud on tuntud igapäevases keeles tuulte nime all. Tuulte puhul peame meeles järgmisi tõsiasi, mis on tuntud ka tuulteseaduse nime all:

1) Õhk voolab alati kõrgrõhualast madalrõhualasse, kaldudes seejuures oma liikumise algsuunast põhjapoolkeral paremale, lõunapoolkeral vasakule.

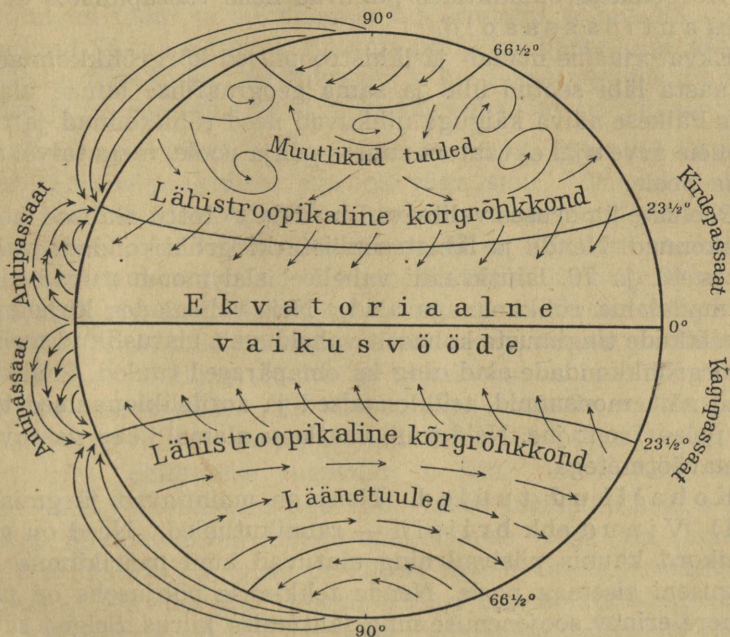
2) Tuul on seda tugevam, mida suurem on õhurõhu vahe.

Tuule suunda ja kiirust mõõdetakse eriliselt konstrueeritud tuulelipu ja tuulemõõtjaga.

Ühe ja sama õhurõhu vahe puhul on tuul merel ja rannikul tugevam, sisemaal, eriti künklikul ja metsarikkal maal, nõrgem. Samuti on ka kõrgemates õhukihtides tuulekiirus suurem kui samal ajal maapinnal. Eriti märgatav on tuulekiiruse juurdekasv kuni 16 m kõrguseni, arvates lagedalt maalt. Sealt kõrgemale tõustes on tuulekiiruse juurdekasv aeglasem. Samuti on ka päeval tuul harilikult tugevam, öösi nõrgem või hoopis vaikne.

**Tuulte liigitus.** Nagu teame, on tuulte tekkimise põhjuseks õhurõhu vahe. Õhurõhu vahe põhjuseks on aga peamiselt temperatuuri vahe ja Maakera pöörlemine. Temperatuuri ja seega ka õhurõhu vahe ning tuulte tekkimine võib olla tingitud kas kohalikest maa- või merepinna soojenemistegureist või ülemaakeralisest, nn. planetaarsest soojuse ja õhurõhu levimisest ning Maakera pöörlemisest. Seega võime tuuli üldjoontes liigitada kahte rühma: 1) planetaarsed tuuled — haaravad laialisi maa-alasid, ja 2) kohalikud tuuled — haaravad kitsamaid maa-alasid.

**Planetaarsed tuuled** olenevad üldisest õhu kõrg- ja madalrõhkkondade esinemisest Maakeral. Õhu kõrg- ja madalrõhkkonnad sõltuvad ühelt poolt  $t^0$ -st, teiselt poolt aga Maakera pöörlemisest oma telje ümber. Seda kahekordset sõltuvust kujutab joon. 50.



50. joonis. Üldine õhurõhu skeem.

Nagu mainitud joonisel näeme, tekib ekvaatori ümbruses kõrge  $t^0$  mõjul alaline ekvatoriaalne madalrõhkkond. Siin esinevad ülestõusvad õhuvoolud. Neid me maapinnal olles ei märka. Sellest ongi pärit ekvatoriaalse vaikusvöötmel nimetus. Kõrgemates õhkkonna kihtides valgub ekvatoriaalse vaikusvöötmel kohalt üles tõusnud õhk pooluste poole. Umbes 20. ja 30. laiuskraadi vahel põrkab ta kokku nende õhumassidega, mis Maakera tsentrifugaaltungi tõttu surutakse poolustelt ekvaatori poole. Need kõrgemais õhkkonna kihtides vastastikku kokkupõrganud õhumassid moodustavadki kahel pool ekvaatorit nn. lähistroopilised

kõrgrõhualad. Nende kõrgrõhualade ekvaatoripoolseist osadest voolab õhk alumistes õhkkonna kihtides alaliselt ekvatoriaalse madalrõhuala poole. Need tuuled, mis Maakera pöörlemise tõttu põhjapoolkeral muutuvad kirde- ja lõunapoolkeral kagupoolseiks, on tuntud passaatuulte nime all. Kõrgemates õhukihtides puhuvad neile vastupidistes suundades antipassaadid.

Ekvatoriaalne madal- ja lähistroopilised kõrgrõhkkonnad ei ole aasta läbi seotud ühe ja sama geograafilise laiuse alaga. Ühes Päikese näiva käiguga nihkuvad need rõhkkonnad ja tuuled meie suve ajal ekvaatori suhtes põhja poole, meie talvel aga lõuna poole.

Pooluste ümbruses valitsevad madala t<sup>0</sup> tõttu alalised kõrgrõhkkonnad. Nende ja lähistroopiliste kõrgrõhkkondade vahel, umbes 40. ja 70. laiuskraadi vahelisel alal moodustuvad alalised madalama rõhkkonnaga alad. Neis vahealades kujunevad kohalikkude tingimuste kohaselt vahelduvalt ulatuslikud madal- ja kõrgrõhkkondade alad ning ka omapärsed tuuled. Siia kuuluvad näit. monsoonid, tsüklonaalsed ja antitsüklonaalsed tuuled, polaarfront jne. Neid tuuli vaatleme alamal ühes vastavate kliimavõõtmega.

**Kohalikud tuuled.** Neist on mainitavad järgmised:

1) Vinud ehk briisid — rannikutuuled. Need on meil mõnikord kaunis püsivad ning ulatuvad kuni paarikümne km kauguseni sisemaa poole. Nende tekkimise põhjuseks on maa ja mere erinev soojenemise ning jahtumise kiirus. Selgeil suvepäevil soojeneb maismaa kiiremini, meri aga enam kui kaks korda aeglasemalt. Maal on selle tagajärjel õhurõhk madalam, merel aga kõrgem. Nii puhub siis tuul päeval merelt maa poole. Öösi jahtub maa kiiremini. Nüüd on meri soojem ning siin õhurõhk madalam. Öösi, eriti aga vastu hommikut, puhub tuul maalt merele.

2) Mäe- ja orutuuled — tähelepandavad Alpides ja teistes kõrgmäestikes. Päeval puhuvad mööda mäenõlvu ülespoole orutuuled, öösi aga ülalt allapoole orgudesse mäetuuled. Nende tekkimise põhjuseks on asjaolu, et päeval mägede nõlvad päikese käes rohkem kuumenevad kui orud. Öösiti aga jahtuvad mäed rohkem kui orupõhjad.

3) Langetuuled — ka mägedes, eriti Alpides ja mujal. Neist on mainitav föön.

Föön on Alpides lõunast üle mägede puhuv soe langetuul. Ta puhub enamasti sügisel ja kevadel vägeva tormina Alpide põhjapoolseisse põikorgudesse. Langedes kõrgetest mägedest alla orgudesse, muutub ta soojemaks ja kuivemaks ning toob enesega kaasa ka suurt õhu kuivust ja soojust. Talvel tõuseb vahel fööni mõjul t<sup>0</sup> kuni 17<sup>0</sup> üle normaaltemperatuuri. Sügisel valmivad fööni mõjul viinamarjad varemini ja kevadel sulatab ta lund 24 tunni jooksul niisama palju kui Päike kahe nädalaga. Selle tagajärjeks on suurvesi ja uputused orgudes. Suure kuivuse ja tugeva tuule tõttu on ka tuleoht fööni ajal väga suur.

**Inimene võitluses tuulte ja tormidega.** Tuulte tähtsus praktilises elus on väga suur. Tuletame siin meelde tuult kui energiaallikat purjelaevadele, tuuleveskitele, tuulemootoreile jne. Kuid määratult suur on sageli ka see hävitus, mida toob laastav tuul või torm. Eriti ohtlik on torm mere-laevandusele ja õhuliiklemisele. — Inimese võimuses pole küll veel tuulte ja tormide takistamine või nende mujale juhtimine. Kuid kaudses võitluses tuulte ja tormidega on inimene siiski suurt edu saavutanud. Nii püstitatakse tormide vastu võitlemiseks tugevaid ja vastupidavaid ehitisi, tuletorne, päästejaamu jne., ehitatakse tugevaid ja suuri laevu ning lennukeid jne. Veel rohkem aga suudetakse tormikahjusid, eriti merel ja õhuliiklemisel, ilmade ennustamise varal ära hoida. Ilmade ennustused antakse tavaliselt raadio kaudu teada, nad ilmuvad ajalehtedes jne. Tormi tuleku eel hoiatatakse eriti merimehi ja kalureid. Ka pannakse rannikul ja sadamais välja erilised tormi hoiatusmärgid. Samuti hoiatatakse ka lendureid. Nii ei taba siis tähelepanelikku laeva- või lennukijuhti torm enam ootamatult, ka mitte kalurit ega põllumeest. Sageli on seetõttu laevadel ja lennukel võimalus eemale hoiduda või isegi eemale põgeneda neist paikadest, kus lähemal tundidel või päevadel tormi on oodata. Ka põllumees suudab tihti kiires korras oma küpse viljapõllu erakorralise tööpingega enne oodatavat tormi ära koristada või kuiva vilja ja heina kärbitest küüni vedada. — Kuid mitte ainult oodatava tuule ja tormi eest kaitseb ettenägelik kalur ja põllumees oma vara, ta mõtleb sellele juba aastakümnete peale ette. Nii näit. istutatakse meil viljapuude kaitseks aiaservale suuri leht- ja okaspuid, mis varjavad aeda tuulte ja tormide eest. Ka Kagu-Prantsusmaal,

Rhône'i orus, kaitstakse viljapuuaeda mistraali<sup>1</sup> eest küpressidest elavtaradega. Selliselt talitatakse mujalgi. — Niisiis suudab inimene kaudses võitluses tuulte ja tormidega ikkagi suuresl määral võitjaks jääda.

## 5. Õhuniiskus.

**Õhuniiskusest üldse.** Õhus on alati teataval määral veeauru gaasilises olekus. Seda tuntakse õhuniiskuse nime all. Õhuniiskus tekib aurumise teel veepinnalt, niiskelt maapinnalt, taimedelt. Aurumise tõhusus, samuti ka veeauru rohkus õhus olenevad temperatuurist. Soojas õhus on veeauru rohkem, külmas aga vähem. Igale õhu  $t^0$ -i seisundile vastab oma eriline veeauru rohkuse ülemäär. On antud  $t^0$ -s veeauru rohkus õhus tõusnud üle sellele temperatuurile vastava ülemäära, siis veeauru ülearune osa tiheneb väikesteks veepiiskadeks. Nüüd saab õhus olnud veeaur meile nähtavaks kaste, härmatise, udu, pilvede või sademete näol. Gaasilises olekus on veeaur õhus meile nähtamatu. Õhuniiskust mõõdetakse eriliste aparaatidega, nagu psühromeeter, hügroomeeter, hügrograaf jne.

Õhk on küllastunud veeauruga (ehk teisiti: õhk on täisniiske), kui ta antud  $t^0$ -s on jõudnud oma niiskuse rohkuse ülimala piirini. Sel juhul osa veeaurust hakkab tiheneda, s. o. läheb gaasilisest olekust üle vedelasse või tardolekusse. Selle tunnuseks ongi, nagu juba mainitud, udu, pilvede, kaste, härmatise ja muude sademete tekimine. Täisniiskus on temperatuurist, s. o. igale õhu temperatuurikraadile vastab oma eriline täisniiskus.

Õõsi rohi, puulehed ning talvisel aastaajal puud, põõsad jne. kiirgavad rohkesti soojust ning nende  $t^0$  langeb. Ka nende ümber olev õhk jaheneb rohkem kui neist kaugemal olev. Nii tekib nende ümber teatavalt oludes täisniiske õhk. Veeaur täisniiskes õhus tiheneb rohukõrte, puude, lehtede jne. ümber kastetilksadeks või, kui  $t^0$  on alla  $0^0$ , siis härmatiseks. Seepärast nimetatakse täisniiske õhu  $t^0$ -i kaste punkti  $t^0$ -ks.

**Pilved.** Veeauru tihenemisel õhus gaasilisest olekust vedelasse või tardolekusse moodustub määratu hulka pisikesi veepiisakesi või jääkristallikesi. Hõljuvad need veepiisakesed

<sup>1</sup> Mistraal — külm langetuul.



51. joonis. Rünkpilved — *Cumulus* (kahanevad).

tiheda kogumikuna maapinna läheduses õhus, siis nimetatakse seda nähtust uduks. On need veepiisakesed või jääkristallikesed kõrgemal, umbes 0,5 kuni 12 km, siis moodustavad nad pilved. Niisiis on pilved ja udu sisuliselt üks ja sama. Vahe tegijaks on ainult nende levimise kõrgus. Udu ja pilvede vertikaalne läbimõõt võib olla väga mitmesugune. Nii võib olla udu läbimõõt 0,5 m kuni 1 km. Pilvede läbimõõt on aga väga mitmesugune. Nad algavad õhukesest läbipaistvast loorist ja ulatuvad 6—7 km-ni.

Pilvede ja udu tekkimise põhjused on järgmised:

a) Tõusvad õhuvoolud kannavad veeaururikkaid soojemaid õhukihte kõrgemale, kus nad jahenevad; b) tuuled kannavad veeaururikast õhku soojematelt maadelt jahedamatesse aladesse; c) maapind ja selle lähedased õhukihid suure kiirgamise tõttu öösi selge ja vaikse ilmaga jahenevad; viimasel juhul tekibki tavaliselt udu; d) kahe võrdlemisi suure niiskusega, kuid tunduvalt erinevate temperatuuridega õhumasside segunemine.

Peale nende meteoroloogiliste tegurite on veeauru veepiisakesteks tihenemisel tähtsad ka õhus hõljuvad tolmu- ja taimetolmikesed. Nende ümber koondub aur veepiisakesteks.

**Pilvede kuju.** Pilved on ilmade muutuse ja ennustamise puhul olulise tähtsusega teguriks. Eriti tähelepan-



52. joonis. Kõuepilved — *Cumulo-Nimbus*.

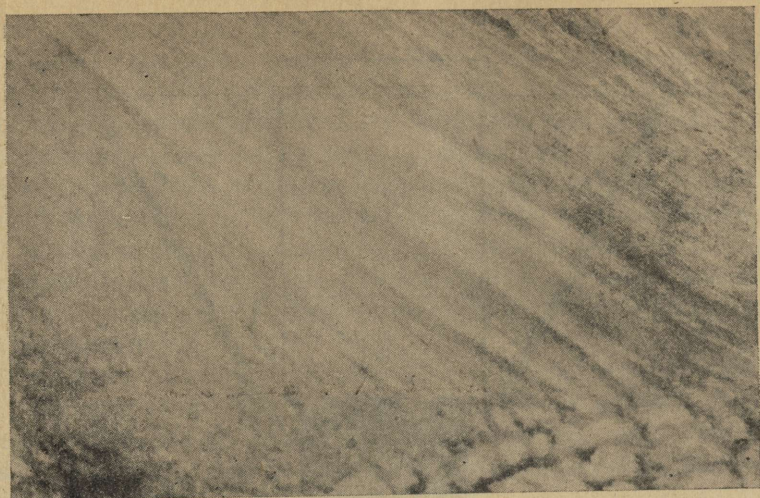
dav on sel juhul pilvede kuju. Kujult on pilved väga mitmesugused ja muutuvad seejuures sageli. Siiski võib neid eristada järgmisse nelja pearühma. Toome siin alamal nende rühmade eesti ja rahvusvahelised nimetused ühes lühendustega.

1) Kiud- ehk sulgpilved (*Cirrus*, lüh. Ci) — keskmiselt 7—13 km kõrgusel olevad õrnad kiulise kujuga ning sageli päris valged pilved. Kiudpilved ulatuvad tihti sulekujuliste ribadena ühest taevaservast teise. Sel juhul on nad rahvasuus tuntud nn. Noa laeva nime all. Kiudpilved koosnevad väga väikestest jääkristallidest ja lumehelvetest.

2) Rünkpilved (*Cumulus*, lüh. Cu) — keskmiselt 0,6—2,5 km kõrgusel, enamasti rõhtsa põhjaga ja ümmarguste külgedega ja tippudega suured hallid või valged pilverünkad. Rünkpilved tekivad peamiselt soojal aastaajal tõusvate õhuvoolude mõjul (vt. 51. joon.).

3) Kihtpilved (*Stratus*, lüh. St) — 0,5 kuni 1 km kõrgusel, kujunevad rõhtsate kihtidena ülestõusnud udust.

4) Vihamapilved (*Nimbus*, lüh. Nb) — keskmiselt 0,2—2 km kõrgusel, kindla kujuta hallid või tumedad pilved, millest sajab kestvalt vihma või lund. Sageli katavad vihamapilved kogu taevast üleni, siis nimetatakse neid ka lauspilvedeks.



53. joonis. Kiudkiht- ja kiudrünkpilved — *Cirro-Stratus* ja *Cirro-Cumulus*.

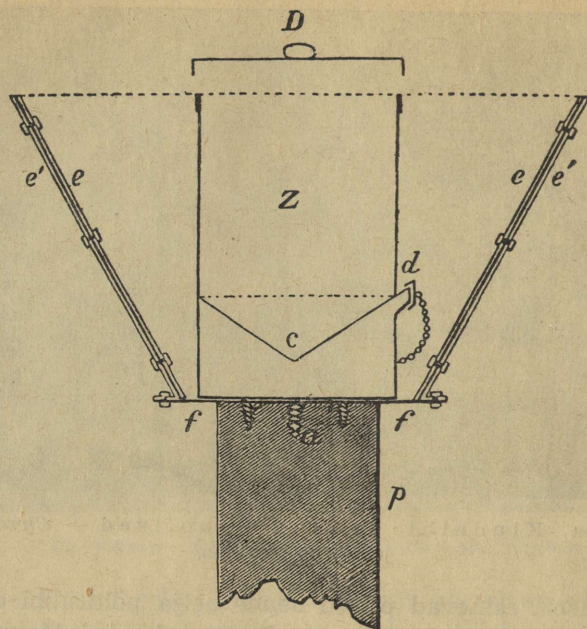
Tavaliselt esinevad pilved nende nelja põhitüübi omavahe-  
liste kombinatsioonide ehk nn. vahevormide näol. Mainime neist  
vahevormidest selliseid, mis on meil sagedamini tähelepan-  
davad.

5) Kõuepilved (*Cumulo-Nimbus*, lüh. CuNb) — 1 kuni  
9 km kõrgusel olevad suured tornide või mägede kujulised  
pilvemassid, milledest sajab, vahel koguni „valab“ vihma ja  
tihti ka rahet (vt. 52. joon.).

6) Kiudkihtpilved (*Cirro-Stratus*, lüh. CiSt) — kesk-  
miselt 6—11 km kõrgusel olevad hõreda valge loori sarnased  
jääkristallikestest koosnevad pilved. Kiudkihtpilved katavad  
tihti ühtlase hõreda loorina kogu taevast ning moodustavad  
Päikese ja Kuu ümber värvilisi rõngaid (vt. 53. joon.).

## 6. Sademed.

**Sademetest üldse.** Pilvedes või udus hõljuvad väike-  
sed veepiisakesed või jääkristallikesed veeauru edasisel küllas-  
tumisel kasvavad suuremaks. Teatava suuruse ja raskuse pu-  
hul langevad nad maha vihmana või lumena. Veeauru tihene-  
misel ehk kondenseerumisel pilveks või uduks koondunud ning  
sealt mahalangenud veepiisakesed ja jääkristallikesed ongi tun-



54. joonis. Sademetemõõtja läbilõik. *Z* — ümmargune kahe põhjaga tsinkämber, mille avause pindala on 500 cm<sup>2</sup>; *C* — ülemine lehtrikujuline põhi, kust sademete vesi väikese augukese kaudu valgub alumisele põhjale; *d* — tila vee väljavalamiseks vaatluse puhul; *p* — post, mille otsa on sademetemõõtja nii asetatud, et ämbri ülemine äär oleks maapinnast 2 m kõrgusel; *e* *e'* — tuulevari ämbri ümber, et tuul lund sademetemõõtjast välja ei puhuks; *D* — kaas, millega kaetakse ämber, kui ta tuuakse peale lume- või rahe sadu tupp sulama.

tud sademete nime all. Siia kuuluvad vihm, lumi, rahe, teralumi ja jäävihm. Sademete hulka loetakse kaste ja härmatis.

**Sademete hulk.** Sademete hulka mõõdetakse sademetemõõtjaga. Sademetemõõtja on nii konstrueeritud, et siia sisse langenud sademetevesi ei saaks ära auruda (vt. 54. joon.). Sademetemõõtjasse langenud vesi või lumi, rahe jne. veeks sulatatult mõõdetakse ning selle alusel arvutatakse, kui paksu kihina millimeetrites väljendatult

oleks öö-päeva jooksul sademetena langenud vesi katnud maad, kui poleks toimunud selle äraaurumist, maasse imbumist ja äravoolu. — Ööpäevaste sademetehulkade alusel saadakse kuu ja kuude sademetehulkade alusel antud paiga aastane sademetehulk. Nii aasta kui ka aastate vältel on üksikute vastavate kuude sademetehulk muutlik — mõnel aastal või vastaval kuul on rohkem, teisel vähem sademeid. Antud paiga keskmine aasta ja kuude sademetehulk saadakse mitmekümneaastaste vaatluste tulemusena. Neid viimaseid sademetehulga arvusid kasutataksegi kliimakäsitlusis.

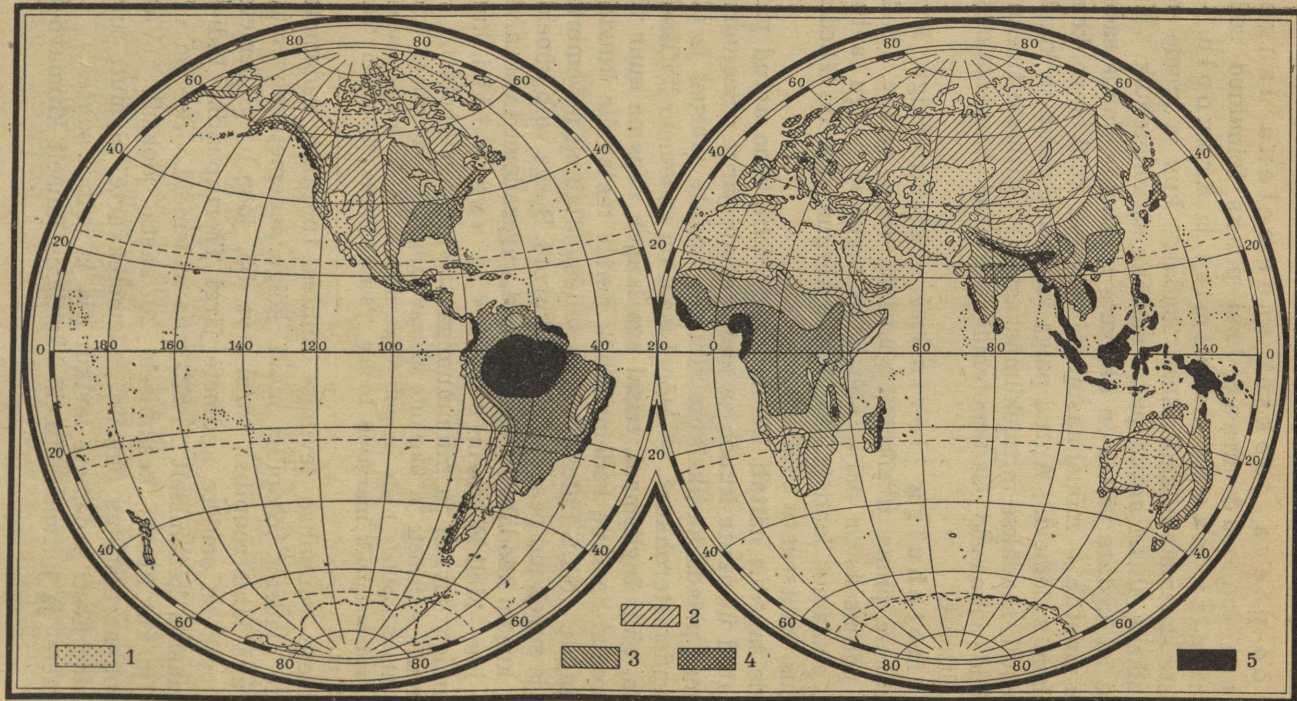
**Sademetehulga levimine.** Sademetehulga levimine Maakera pinna üksikutel aladel on väga erinev. Selle nähtuse põhjuseks on palju kohalikke tegureid, nagu antud paiga t<sup>0</sup>, pinnamoe laad ja absoluutne kõrgus, merede lähedus või kaugus, valitsevate tuulte suund jne.

Saduse sagedus näitab, kuidas sademetehulk on antud paigas jaotatud üksikute kuude ja aastaegade järgi. Seejuures tuleb silmas pidada ka üksikute vihmavalangute suurust ja ööpäevast sademeterohkust. — Mõnel maal on sademeid ühtlaselt läbi aasta, näit. Inglismaal, teisel aga langeb niisama suur või veel suuremgi aastane sademetehulk ainult teatavaile kuudele või aastaajale. Näit. Palestiinas on sademeid ainult novembrist aprillini ja suvekuud peaaegu täiesti kuivad. Seega võib kõnelda maadest, kus on kas läbi aasta sademeid, suvesademed või talvesademed jne. Meil Eestis on sademeid aasta läbi, kuid maksimumiga suvisel ja miinimumiga talvisel aastapoolel.

Ööpäevaste sademete ja üksikute vihmavalangute veerohkus on troopilises ja lähistroopilises mais paiguti väga suur. Nii on kõige suurem ööpäevane sademetehulk märgitud Indias, Tšerrapundžis, 1036 mm, Tartus aga 82 mm.

Sademete ruumilise levimise suhtes tuntakse sademeterikkamate aladena troopilisi maid, kõige sademetekehvemate aladena aga lähistroopilisi kõrbi (vt. 55. joon.). Sademeterikkaim paik on seniste andmete järgi Tšerrapundži Indias. Siin on aastas keskmiselt 11 223 mm sademeid. See on niisama palju kui Eestis keskmiselt 20 aasta jooksul. (Vaadeldge koolikaardistikus olevaid sademetekaarte! Samuti tuletagi meelde Eesti sademete levikut aja ja ruumi suhtes!)

Sademete- ja kuivusvõtmeid käsitleme ühiselt kliimavõtmetega.



55. joonis. Sademete kaart:

1 — alla 25 cm; 2 — 25—50 cm; 3 — 50—100 cm; 4 — 100—200 cm; 5 — üle 200 cm sademeid.

## 7. Kliima.

**Üldisi kliimalisi mõisteid.** Õhuelelementide seisund lühikese aja, näit. mõne tunni, päeva või paari päeva jne. vältel on ilm.

Ilmade keskmine seisund lühema aja vältel, näit. päevade, nädalate, kuude jne. kestel, on ilmastik.

Ilmastiku keskmine seisund pikaajaliste vaatluste alusel on antud maa-ala ilmastu ehk kliima.

**Kliimatüübid.** Nagu eespool nägime, on ilmastikuelemendid väga mitmekesised ja vahelduvad nii aja kui ruumi järgi. Seetõttu on ka kliima Maakeras eri osades väga mitmekesine. Selles mitmekesisuses eristame siiski teatavaid eriliselisi kliimaseisundeid ehk nn. kliimatüüpe.

Merelise kliima tunnuseks on temperatuuri väike ööpäevane ja aastane amplituud, rohke pilvitus ja suur relatiivne niiskus, rohkesti sademeid ning enam-vähem läbi aasta ühtlane sadude sagedus.

Kontinentaalse kliima ilmetajaks on t<sup>0</sup>-i suur ööpäevane ning aastane amplituud, vähene pilvitus, väike relatiivne niiskus, sademetekehvus ja ebahütlane sadude sagedus.

Kõrgmägede kliima erineb eelmainitud kliimatüüpidest mõnede iseärasustega, mis tingitud mägede kõrgest asendist. Nii on siin õhk hõredam ja Päikese kiiritus suurem kui madalmikel. Seetõttu on ka t<sup>0</sup>-i ööpäevane amplituud suur, kuid aastaaegade t<sup>0</sup>-i vahe on siiski võrdlemisi väike. Sademeid on kõrgmägedes pealtuule nõlvadel rohkesti. Alltuule mägede nõlvad ja kõrgmäestikest ümbritsetud kiltmaad kannatavad sademetekehvuse all. Teatavas kõrguses ning päikese paistele avatud orgudes mõjub kõrgmägede kliima mitmesugustele haigustele tervistavalt.

Peale mainitute kõneldakse sagedasti ka veel järgmistest kliimatüüpidest, kus eristamise aluseks on võetud sademete hulga ja selle äraaurumise ning ära voolu vahekorrad. Need kliimatüübid on järgmised:

1) Kuiv ehk ariidne kliima — sademeid on vähem kui antud keskt<sup>0</sup>-s aurumiseks vaja. Neis alades puuduvad alaliselt püsivad pinnavee voolud, nagu ojad, jõed. Üksikute suurimate vihmavalangute ajal voolavad ajutised jõed piki orge. Muul ajal on orud kuivad.

2) Niiske ehk humiidne kliima — sademeid on rohkem kui vett ära auruda suudab. Selle kliima alades moodustuvad alalised seisvad ja voolavad pinnaveed. Jõgede kaudu voolab sademete ülejääk merre.

3) Lume- ehk nivaalne kliima — sademed langevad peamiselt lumena. Aurumine on madala  $t^0$ -i tõttu väike. Siin moodustuvad igilume- ja igijääväljad ning jääliustikud. Jääliustikkude kaudu eemaldub ka vee ülejääk.

**Kliima valdkonnad ja vöötmed.** Kliimatüüpide ruumilise asetuse alusel, kui arvestada siin ka veel keskmistemperatuure, õhurõhkkondi, tuuli ja üldist sademetehulka, võime eristada järgmisi kliima valdkondi ja vöötmeid.

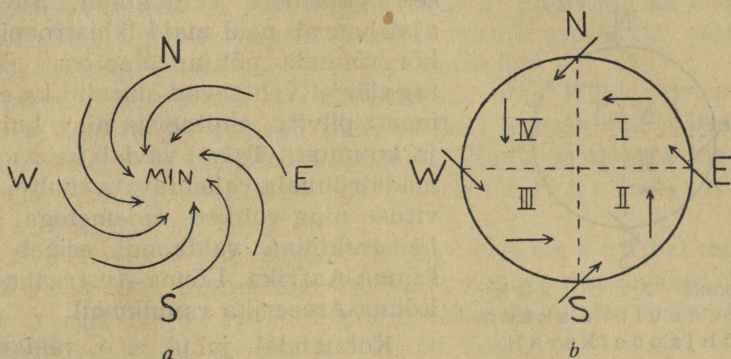
1) **Troopiline vihmakliima-vööde** esineb ekvaatori ümbruses madalrõhu- ja vaikusvöötmete alas. Siin ei lange ühegi kuu keskmistemperatuur alla  $+20^0$ . Kõrgeima päikesekäiguga kaasas käivad siin ägedad senitaal- ehk troopilised vihmad.

Selle vöötme äärealadesse ulatuvad madalama päikesekäigu ajal passaattuuled. Need toovad siia kaasa väiksemat pilvitust ja vähem sademeid ning paiguti päris kuivi ilmu. Üldiselt on aga troopilises vihmakliima-vöötmes sademeid rohkesti. Aastas on siin sademeid üle 1000 mm, paiguti koguni üle 3000 mm.

2) **Troopiline kuivkliima-vööde** — õieti kaks vöödet: üks põhja, teine lõuna pool troopilist vihmakliima-vöödet. Need vöötmed esinevad lähistroopilistes kõrgrõhualades umbes 15. ja 30. laiuskraadi vahel. Enam-vähem ühtlase vöötmena esineb ta küll ainult lõunapoolkeral. Põhjapoolkeral on ta lünklik. Siin on ta hästi märgatav ainult Põhja-Aafrikas ja Edela-Aasias. Mujal põhjapoolkeral segavad selle vöötme korrapärast esinemist teised kliimavaldkonnad, näit. monsuuntuulte ala.

Troopilises kuivkliima-vöötmeis on  $t^0$ -i ööpäevane amplituud võrdlemisi suur, kuid aastane  $t^0$ -i amplituud siiski palju väiksem. Aastane keskmistemperatuur on siin  $+20^0$  ja  $+28^0$  vahel. Sademete suhtes on siin kujunenud kaks teineteisest märgatavalt erinevat aastaaega: kuivpalav ja niiskepalav. Viimane on Päikese kõrgeima käigu ajal ning senitaalvihmade

tõttu ka veidi madalama temperatuuriga kui kuiv aastaaeg. — Sademeid on siin paiguti rohkesti, paiguti aga siiski liiga vähe, et soodustada läbi aasta püsivat taimkatevaipa. Nii levivad troopilises kuivkliima-vöötmeis kas savannid, rohtlad, poolkõrved või päriskõrved.



56. joonis. Tsükloni (a) ja tsüklonaalsete tuulte (b) suuna skeemid põhjapoolkeral. Nooled näitavad tuule suunda igas tsükloni veerandis ehk kvadrantis.

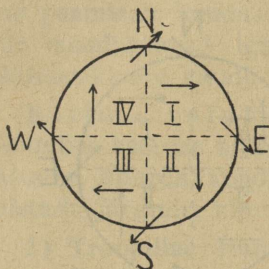
**3) Lähistroopilised kliimavöötmed** esinevad lähistroopiliste kõrgrõhualade poolustepoolseis osades ning aastaajuti, s. o. õhurõhkkondade nihkumise puhul, ka kõrgrõhuala-lähedastes madalrõhualades. Lõunapoolkeral haarab see vööde paiguti ainult mandrite lõunapoolseid servi, nagu Austraalias, Aafrikas ja Lõuna-Ameerikas. Põhjapoolkeral haarab ta paiguti laialisi alasid. Siia kuuluvad Põhja-Aafrika ja Lõuna-Euroopa, Kagu-Aasia jne.

Lähistroopilises kliimavöötmes on aastaegade vahe tunduvalt suurem kui troopilises. Suved on siingi kuumad ning võrdlemisi pikad, talved aga muutuvad paiguti üsna jahedaks. Vöötme poolustepoolseiks piirideks loetakse harilikult alasid, mida läbib külmima kuu  $8^{\circ}$  isoterm.

Sademeterohkuse ning sadude aja suhtes võib lähistroopilist kliimavöödet üldjoontes jagada kolmeks suureks kliimavaldkonnaks: 1) Hoopis sademetekihvaks, 2) valdavalt talviste või 3) valdavalt suviste vihmaaegadega valdkonnaks. Esimesel juhul kas jätkuvad siin

troopilise kuivkliima kõrved või poolkõrved, nagu Saharas, Araabias, Sise-Austraalias jne., või moodustuvad uued laialised kõrvealad, nagu Süürias, Iraanis, Turaanis jne.

Valdavalt talviste vihmade alad moodustavad nn. vahemerekliima valdkondi. Kõige tüüpilisemalt esineb



57. joonis. Antitsükloni tuulte skeem põhjapoolkeral.

see Vahemere rannikmail. Suvisel ajal haarab neid maid lähistroopilise kõrgrõhuala põhjapoolne osa. Selle tagajärjel valitsevad siis siin ka enamasti pilvitu sinitaevas ning kuivus ja kuumus. Talvel valdab neid maid madalrõhuala vahelduvate tuulte, pilvituse ning rohkete sademetega. Vahemerekliima valdkondi esineb ka Lõuna-Aafrika, Lõuna-Austraalia ja Lõuna-Ameerika rannikmail.

Kolmandal juhul, s. o. valdavalt suviste ilmadega, on tegu monsuunkliima valdkondadega. Selle kliima tüüpilisem levimisala on Lõuna- ja Kagu-Aasias.

Monsoonid on aastaajuti vahelduvad tuuled. Nende tekkimise põhjuseks on näit. Kesk-Aasia kõrgmaa suve- ja talvetemperatuuri suur vahe ning õhurõhkkondade vaheldus. Suvel levivad Kesk-Aasia mandril kõrge  $t^0$  ja madalrõhuala. Merel on sellega võrreldes kõrgrõhuala. Nii puhuvad Lõuna- ja Ida-Aasia rannikmaadel suvel tuuled merelt maa poole. Need tuuled toovad kaasa rohkesti niiskust. See langeb sademena rannikmaile ja eriti rohkesti kõrgetele pealtuule olevaile mäenõlvule.

Talvel levivad Kesk-Aasia mandril madal  $t^0$  ja kõrgrõhuala. Merel, kus valitseb läbi aasta enam-vähem ühtlane  $t^0$ , on nüüd maaga võrreldes madalrõhuala. Nii puhuvad tuuled talvel maa poolt mere poole. Need tuuled toovad kaasa kuivust. Eriti kuivad ning kuumad on tuuled, mis laskuvad Himaalaja kõrgmäestikust Hindustani madalmikule.

Kitsamas ulatuses levib monsuune ka lähistroopilise Aafrika ida- ja läänerannikuil, Kirde-Austraalias, Põhja-Ameerika lähistroopilises alas jm.

4) Paraskliimavöötmed levivad lähistroopiliste kõrgrõhkkondade ja polaarsete alakõrgrõhkkondade vahelistes madal-

rõhualades. Üldiselt on neis vöötmeis, eriti kõrgemates õhukihtides, valdamas läänetuuled. Lõunapoolkeral, kus paraskliimavööde haarab peamiselt ookeane, ongi esijoones valdamas läänetuuled. Samuti on siin ka teised ilmastikulised elemendid, nagu t<sup>0</sup>, sademed jne., palju ühtlasema ilmega. — Teisiti on lugu põhjapoolkeral. Siin on paraskliimavööde nii tuule kui ka teiste ilmastikuliste tegurite suhtes hoopis mitmekesisem ja vaheldusrikkam nii oma üldilmelt kui ka aastaajuti.

Mandrite ja merede asetuse, soojade ning külmade merehoovuste jne. mõjul tekivad põhjapoolses paraskliimavöötmes kohalikud kõrg- ja madalrõhkkonnad. Viimaste mõjul tekivad ka erilised tuulte süsteemid, mis on tuntud tsüklonite ja antitsüklonite nime all.

Tsükloniks nimetatakse madalrõhkkonda, mille keskusse õhk ümberringi spiraalikuuliselt vastupäeva liikudes kokku voolab ning siin keskosas tuulte vaikusala moodustades üles kerkib (vt. 56. joon., a).

Antitsükloniks nimetatakse kõrgrõhkkonna ala, kus õhk valgub kõrgematest kihtidest alla poole ja siit spiraalikuuliselt päripäeva liikudes laiali valgub.

Lõunapoolkeral esineb Maakera pöörlemise tõttu tuulte jne. kõrvalekaldumine vasakule. Seetõttu on siin ka tuulte liikumise suund tsüklonites ja antitsüklonites vastupidine põhjapoolkeral esinevale.

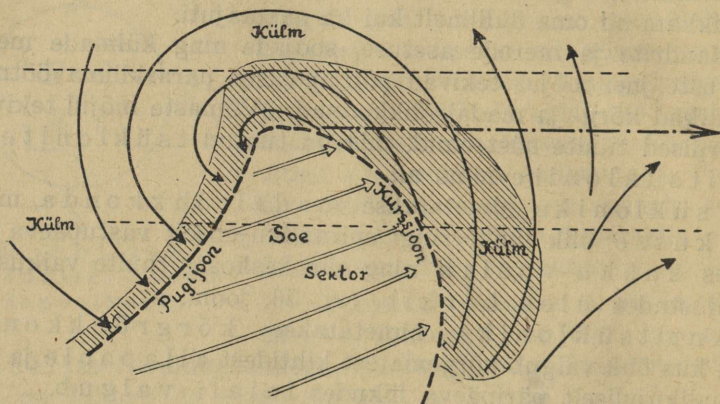
Tsüklonid, mis Lääne-Euroopa ja ka meie kodumaa ilmastikku mõjustavad, tekivad harilikult Atlandi ookeani põhjapoolses osas. Nad haaravad läbimõõdus põhja—lõuna suunas umbes 2000 km ja ida—lääne suunas kuni 2500 km suurust maaala. Kogu see tuulte süsteem liigub läänest ida poole (vt. 56. joon., b). — Antitsüklonite harilikuks tekkimisalaks on Ida- ja Põhja-Euroopa. Siit nad liiguvad aeglaselt lääne poole.

Tsüklonite ja antitsüklonite üksikutes osades, sõltudes tuulte suunast ja teistest ilmastikulisist tegureist, on valitsemas teatava erilmega ilmad. Nendega tutvume hiljemini ühiselt ilmade ennustamise küsimusega.

Temperatuuri suhtes eristame paraskliimavöötmes nelja aasta aega. Vöötme ekvaatoripoolses osas on talved pehmed ja lühikesed, suved aga soojad ja pikad. Poolusepoolseis vöötmeosades on lugu vastupidine: siin on talved külmad ja pikad, suved aga lühikesed ja jahedad. Vöötme poolusepoolse-

maks piiriks loetakse kõige soojema kuu 10° isotermi. — Kevad ja sügis on paraskliimavöötme merelise kliimatüübiga alades pikad, mandrilise kliimatüübiga alades aga lühikesed.

Temperatuuri ööpäevase ja aastase amplituudi, sademeterohkuse ja sadude valdava sagedusaja suhtes võime eristada paraskliimavöötmes peamiselt kaht eriilmelist kliimavaldkonda:



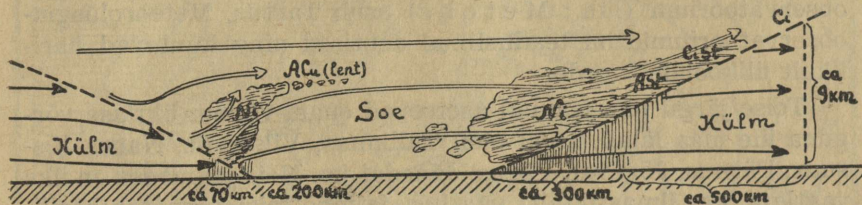
58. joonis. Polaarfrondi skeem. Pugijoonelt surub külm õhk soojale õhule, sundides viimast kursijoonelt tõusma külma õhu peale. Viirutatud alas sajab vihma. Nooled näitavad tuulte ja polaarfrondi edasilikumise suunda.

mereline ja mandriline. Nii näit. on Lääne-Euroopas pehme mereline kliima väikese  $t^0$ -i amplituudiga, suure pilvituse ja rohkete sademetega eriti talvisel aastapoolel, s. o. sügisest kevadeni. Teissugusena tunneme Ida-Euroopa ja Siberi kliimat. See on suure  $t^0$ -i amplituudiga, vähese pilvitusega, väheste sademetega, millede maksimum on suvisel aastapoolel. Talvel on sageli suuri lumetuiske.

5) **Polaarkliimavöötmed** esinevad polaarsetes alades. Siinseist kõrgrõhkkonna aladest surutakse õhk tsentrifugaaltungi mõjul kõrgemates õhukihtides ekvaatori poole. Põhjapoolkeral valgub külmemat õhku osalt ka alumistes õhukihtides kirdepoolsete tuulte näol paraskliimavöötme läänetuulte alasse. Eriti on seda tähele pandud Atlandi ookeani põhjaosas. Külmade kirdeja soojemate edelatuulte kokkupõrke alal tekivad erilised tsüklonaaalsed keerdtuuled. Külmemate ja soojemate õhuvoolude

kokkupuutepind, täpsemalt selle joon maapinnal, on tuntud polaarfrondi nime all. Eriti tähele pandud ja uuritud on seda nähtust Norra ja Põhja-Inglismaa rannikul.

Polaarfrondil on külm õhk kui raskem terava kiiluna tunginud sooja õhu kui kergema alla (vt. 58. ja 59. joon.). Polaarfront tekib üldiselt  $60^{\circ}$  N laiusel ja liigub ühes muude tsükloni-osadega läänest ida poole.



59. joonis. Polaarfrondi läbilõik liikumise suunas. Murtud joon kujutab polaarfronti; ühekordne joon — külma tuule, kahekordne joon — sooja tuule suunda.

Polaarkliimavöötmeis, eriti just põhjapoolkeral, võib eristada kaht alavöödet: 1) lähispolaarkliima- ja 2) igikülma kliima vööde.

1) Lähispolaarkliima-vöötmes on kõige soojema kuu keskmistemperatuur  $+10^{\circ}$  ja  $0^{\circ}$  vahel. Suved on siin seega õige jahedad ja lühikesed, talved aga väga karekülmad ja pikad. Kevad ja sügis kaovad siin suvesse ja talvesse. Seega on meil siin tegu kahe aastajaga. — Sademeid on vähe ja needki esinevad peamiselt lume näol.

2) Igikülma kliima vöötmeid on kaks, asetusega pooluste ümbruses. Siin on kõige soojemagi kuu keskt $^{\circ}$  alla  $0^{\circ}$  ning suvi ühtib siin polaarpäevaga, talv aga polaarõoga.

## 8. Ilmade ennustamine.

**Meteoroloogiliste vaatluste korraldus.** Igapäevases praktilises elus, olgu see maal või merel, on ilmastikul väga suur tähtsus. Oleneb ju meie igapäevane elu ja tegevus suurel määral ilmadest. Eriti suur on maal igapäevase elu sõltuvus ilmadest. Seepärast on arusaadav, et igas kultuurriigis on korraldatud süstemaatiline ilmade vaatlemine. Seda tööd toimetatakse selleks eriti sisseseatud ja aparaatidega varustatud ilmajamades.

Seadiste ja aparaatide, samuti ka vaatluste ja mõõtmiste laadi, rohkuse jne. suhtes jagunevad ilmajaamad harilikult kolme liiki. Nii on ka meil Eestis esimese, teise ja kolmanda järgu ilmajaamad.

Esimese järgu ilmajaam ehk meteoroloogiaobservatoorium on kas terve riigi või teatava maa-alalilmavaatluste ja mõõtmiste keskasutiseks. Eesti meteoroloogiaobservatoorium (lüh.: Metobs) asub Tartus. Meteoroloogiaobservatooriumid on teaduslikud asutised ning kuuluvad harilikult ülikoolide juurde.

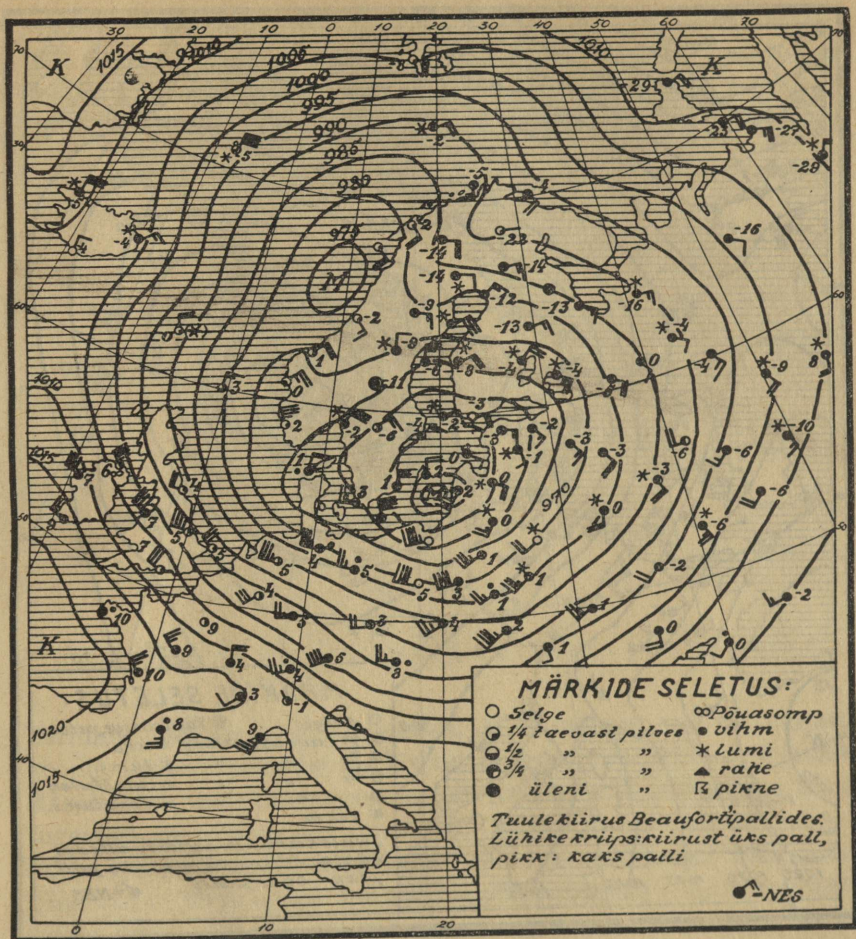
Teise järgu ilmajaamad asetsevad enam-vähem ühtlase võrguna üle maa laiali, nagu meil Tallinnas, Vilsandis, Narva-Jõesuus, Pärnus, Jõgeval, Võrus, Jänedal jm. Neis jaamades on üks vaatleja, kes ilmastikulisi vaatlusi ja mõõtmisi toimetab harilikult oma muu elukutselise töö kõrval. Vaatluste ja mõõtmiste andmed teatavad nad iga vaatluse järel keskasutisele.

Kolmanda järgu ilmajaamad ehk vaatluspunktid toimetavad meil vaatlusi ainult sademeterohkuse, äikese, rahe ja lumikatte suhtes. Vaatluste andmed saadab keskasutisele üks osa vaatluspunkte iga nädal, teine osa kord kuus.

Kohalikkudest ilmajaamadest ja välismaa keskasutisist raadio teel saadud andmete alusel koostatakse Metobs'is iga päev kella 9, 14 ja 20 kohta ilmakaardid ehk sünoptilised kaardid. Neile kaartidele märgitakse samarõhujooned millibaarides ja iga tähtsama ilmajaama juurde numbriga  $t^0$ , lipukestega tuule suund ja kiirus Beaufort'i pallides, pilvitus, sademed jne. vastavate märgikestega (vt. 60. ja 61. joon.).

**Ilmade ennustamine.** Ilmakaardilt selgub vilunud vaatlejale ilmade seisund kogu Euroopas. Pikaajaliste vaatluste alusel on koostatud skeem madalrõhkkonna üksikuis osades valitsevate ilmade kohta (vt. 62. joon.). Skeemi läbimõõtu lääne—ida suunas tuleb arvata umbes 2500 km, põhja—lõuna suunas umbes 2000 km. Seejuures tuleb kujutella kogu selle skeemi ilmad edasilikuvaiks lääne—ida suunas.

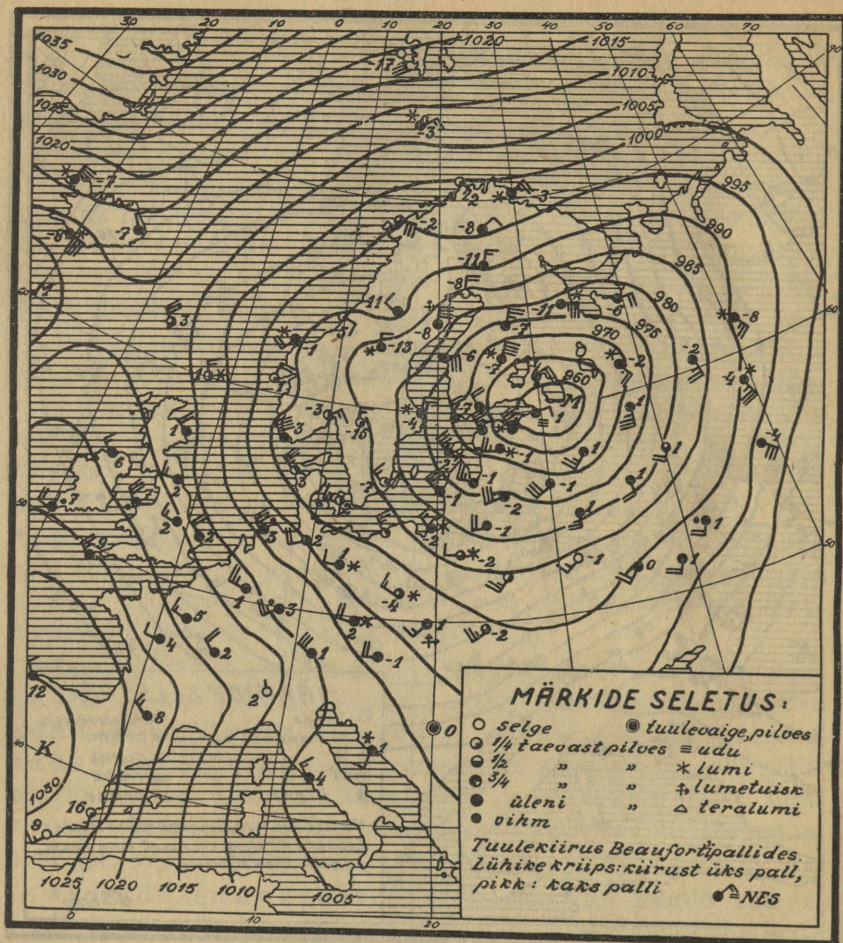
Nagu skeemist nähtub ja tegelikus elus ka toimub, valitsevad meil madalrõhu eel harilikult idapoolsed tuuled ning taevast katavad kõrged kiudkihtpilved („Noa laev“). Kõrgrõhkkonna ehk antitsükloni ajal on meil ilmad kerge tuulega ning suvel kõrge, talvel aga madala temperatuuriga.



60. joonis. Ilmakaart Tartu ülikooli meteoroloogia-observatooriumilt 17. I 1931, kell 9 hom.

Ilmade ülevaade laupäeval, 17. jaanuaril: „Madalrõhkkond on vallutanud kogu Euroopa peale Pürenee poolsaare. Tema keskkoh 950 mb ehk 712 mm asetses hommikul Läti rannikul, kust ta liigub Venesse. Läänemeremal ja Venes sajab laialdaselt lund, Kesk-Euroopas vihma. Saksas, Poolas ja Läänemere lõunaosas valitseb kuni 9-palline ja Inglismaal kuni 8-palline torm. Eesti merel kõvad tuuled raugenud, kuid kõvenevad madalrõhkkonna keskkoha möödudes uuesti. Kesk- ja Lääne-Euroopas oli hommikul 5–10 kraadi, Lätis 0–2 kraadi ja Lõuna-Eestis kohati 1 kraad sooja; mujal Euroopas endiselt külm.“

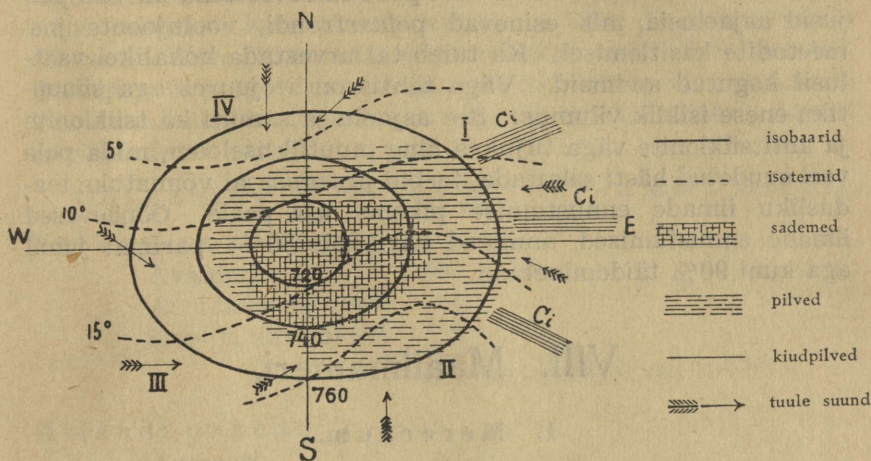
Pühapäevaks, 18. jaanuariks, ennustas Tartu ülikooli meteoroloogiaobservatoorium Eestile järgmist ilma: „Kõvad kirde- ja põhjatuuled; pilves; lund; temperatuur langeb.“ Kuivõrra see ennustus täitus, võrrelge 61. joonise tekstiga! (Selle ja ka 61. joonisel lugeda NE 5 asemel NE 3.)



61. joonis. Ilmakaart Tartu ülikooli meteoroloogia-observatooriumilt pühapäeval, 18. I 1931, kell 9 h.

Ilmade ülevaade pühapäeval, 18. I: „Madalrõhkkond liikunud ida poole ja täitub aeglaselt. Tema keskoht liikus eile õhtul Läti rannikult üle Lõuna-Eesti Lääne-Venesse. Seetõttu langes õhurõhuline Tartus 706,6 millimeetrini, mis on kõige madalam õhurõhuline, mis viimase 65 aasta jooksul Tartus esinenud. Ühtlasi sadas Lõuna-Eestis ja eriti Tartus väga rohkesti lund ning tekkis öösi kõva tuul, mis merel ajuti paisus tormipuhanguteks. Kõrgrõhkkond asetseb endiselt Pürenee poolsaarel ja laieneb sealt Kesk-Euroopasse. Gröönimaale ilmunud tugev kõrgrõhkkond näib liikuvat Teravmägede (Svalbardi) poole. Temperatuur Läänemere mail langenud, Kesk-Venes tõusnud 1 kraadini üle nulli. Eestis oli täna hommikul 2–5 kraadi külma.“ — Nagu kaardilt nähtub, püüab uus madalrõhkkond Islandi ja Iiri-maa vahelt läheneda Euroopasse. Võrrelge 60. ja 61. joonist 62. joonisega!

Madalrõhkkonna keskuse lähenemisega (vt. 62. joon.) (joone WE suunas) muutub ilm suvel jahedamaks, talvel soojemaks, ühtlasi kasvavad ka pilvitus ja sademete rohkus ning tugevneb idapoolne tuul. Tsükloni keskuse ülemineku ajal on valitsemas



62. joonis. Ilmastiku skeem tsükloni piirkonnas.

harilikult vaikus ning vihmased jääb vaiksemaks või lakkab hoopis. On keskus meist üle läinud, langeb t<sup>0</sup> veelgi, tõuseb tugev läänekaarte tuul, mis sagedasti muutub tormiks. Tuulega ühes tugevneb ka vihma- või lumesadu, hiljemini muutub sadu hoo- tiseks ning pilved lõhkikaristatuiks. Kui möödunud tsüklonile kohe uut ei järgne, siis muutub ilm jälle selgeks ning kõrgrõhk- konna-ilmeliseks. Seesugune on meil üldiselt ilmade seisund paari-kolme päeva vältel, kui madalrõhkkond meist üle läheb otse oma keskusega (vt. 62. joon.).

Hoopis teissugune on aga ilmade seisund, kui tsüklon meist nii üle läheb, et satume tema põhjapoolsesse või lõunapoolsesse ossa. Nagu skeemist nähtub, on meil esimesel juhul üldiselt jahedamad ilmad põhjakaarte tuulega ja vähese sademetevõi- malusega, teisel juhul aga esmalt kõrgem t<sup>0</sup> lõunakaarte tuu- lega, sademetega ning suvel äikesevõimalusega, hiljemini lääne- kaarte tuul, märksa madalam t<sup>0</sup>, vähene pilvitus ja kuivus.

Muidugi annab see madalrõhkkonna ilmastiku meetod üksi veel vähe alust täpsemaks ilmade ennustamiseks. Ilmade teaduslik ennustaja ehk sünoptik peab antud ilmakaardi alusel kõigepealt püüdma selgusele jõuda madalrõhkkonna võimaliku liikumise tee suhtes. Peale selle peab ta arvestama ka veel paljusid asjaolusid, mis esinevad polaarfrondi, voolujoonte jne. meetodite käsitlemisel. Ka tuleb tal arvestada kohalikel vaatlusil kogutud andmeid. Väga tähtis on seejuures aga sünoptiku enese isiklik vilumus. See asjaolu ja samuti ka tsüklonite ja antitsüklonite väga tujukas ning muutlik iseloom, mida pole veel suudetud hästi selgitada, teebki praegusajal võimatuks teadusliku ilmade ennustamise pikema aja peale. Ööpäevased ilmade ennustamised annavad harilikult 80%, parimal juhul aga kuni 90% täidemeikuid.

## VIII. Maailmameri.

### 1. Mereruum.

Kõige suurema mõjuga maismaa geograafilistele tingimustele ning inimkonna majanduslikule tegevusele on asjaolu, et Maakera pindala 510 milj. km<sup>2</sup>-st on kaetud maailmamere veekoguga tervelt 361 milj. km<sup>2</sup>. Maismaa ja maailmameri on levinud ja jagunenud Maa pinnal mitte ainult ebavõrdseks, vaid ka väga ebahülgaselt. Peaaegu kogu maismaa koondub sellele Maakera poolele, mille poolus asetseb Loire'i suudme ligi (47<sup>1</sup>/<sub>4</sub><sup>o</sup> N ja 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub><sup>o</sup> W); isegi see „maismaa-poolkera“ on kaetud 53,2% ulatuses merega, kuna vastaspoolkeral on maailmameri 88,4%-ga ainuvalitseja.

Mannerde asetusest tingituna jaguneb maailmameri ookeanideks. Neid on kolm: Vaikne, India ja Atlandi ookean. Vii mane on ühenduses Vaikse ookeaniga Beringi väina kaudu ja Kap Hoorn'i — George'i saare joonel (Lõuna-Shetlandi saarestikus); India ookeaniga on kokkulepitud piiriks Kap Agulhas'e meridiaan. India ookean lõpeb idas Tasmaania saare lõunapoolseima neemiku meridiaanil ja Torres'e väinas. Malai saarte mered, ilma Arafura ja Timori mereta, mis esinevad saarestiku ja Austraalia vahel, loetakse Vaikse ookeani ääremereks.

Ookeanidest saarte või poolsaartega eraldatud osad on kas vahemered, ääremered või sisemered. Tuntuimad vahemered on Vahemeri ühes Musta merega (viimane on osa vahemerest) ja Ameerika vahemeri (Kariibi meri + Mehiko laht). Suurim vahemeri on aga Põhja-Jäämeri ehk Arktiline vahemeri koos temale kuuluvate ääre- ja sisemeredega (Barentsi, Kara jt. mered). Ääremeredest mainime Põhjamerd, Beringi, Ohhoota, Jaapani jt. meresid Aasia ida-, kagu- ja lõunarannikul. Sisemeredest on mainitavad Läänemeri, Aasovi meri, Hudsoni laht jt.

Ookeanide liigestus ja suurus milj. km<sup>2</sup>-eis.

Vaikne ookean:

Avameri . . . .	165
Australaasia veed	6
Sise- ja ääremered	9

180, suurim sügavus 10 800 m.

Atlanti ookean:

Avameri . . . .	82,5
Arktiline vahemeri	15
Vahemeri . . . .	3
Ameerika vahemeri	4,5
Sise- ja ääremered	1

106, suurim sügavus 8700 m.

India ookean:

Avameri . . . .	73,5
Ääremered . . . .	1,5

75, suurim sügavus 7500 m.

---

Maa ilma meri . . . . 361, keskm. sügavus 3800 m.

**Mere sügavused.** Mandrid ei lõpe mererannal. Nad jätkuvad õige väikese kallakuga (Põhjameres 1<sup>o</sup>) keskmiselt 200 m sügavuseni, sageli aga 500—600 m sügavuseni, moodustades šelfi. Edasi suureneb langus järsult, keskmiselt 2,5<sup>o</sup>-ni. Eri paigus esineb suuremaidki kallakuid, näit. Biskaiia lahes 13<sup>o</sup>, St. Helena ümbruses koguni 40<sup>o</sup>. See järsem nõlv jätkub 2500 m sügavuseni, millega algab ookeanide säng, süvamerepõhi. Süva-

merepõhi pole tasane, tema sügavamad mollikujulised nõod, merehaudmikud küünivad üle 5000—6000 m kuni 11 000 m sügavuseni.

	Self	Mandri- nõlv	Süvämeri	Merehaud- mikud
Sügavusaste m-tes	0—200	200—2440	2440—5750	üle 5750
Osatähtsuse % maa- ilmamere pinnast	8	11	78	3.

Nagu tabelist näha, on suurem osa maailmamere süvämeri. Sellest asjaolust on leitud ka, et meremaht on üle merepinna ulatava maismaaga võrreldes 11 korda suurem.

## 2. Merevee omadused.

**Soolsus.** Läänemere väikestes madalates lahekestes, nagu Matsalu laht, võib märgata mageda jõevee pikaldast, peaaegu märkamatu üleminekut mereveeks. Lahesus on ta veel läagelt magedavõitu, nii et hädapärast võib rüübatagi. Mis Matsalu laht Läänemere suhtes, on Läänemeri Atlandi ookeani suhtes. Läänemere suus, s. o. Taani väinades ja edasi Kattegatis ning Skagerrakis toimub vee soolsuse tõustes ühtlasi kõigi teiste vee omaduste sarnastumine Atlandi ning maailmamere omadustega. Maailmamere keskmine soolsus on 35<sup>0</sup>/<sub>00</sub>. Meredes, kus mageda vee juurdevool on väike või aurumine suur, nagu Punases meres, Pärsia lahes, tõuseb soolsus 41<sup>0</sup>/<sub>00</sub>-le. Laevade kandevõime suureneb soolases vees märksa, mida merelaevade laadimisel tuleb silmas pidada. Seepärast ongi merelaevadel kaks märki, milledeni neid tohib laadida (Lloydi veemärkid), — eraldi mageda ja soolase vee jaoks.

Vahe- ja sisemerel, kui rohkem eraldatud mered, erinevad oma füüsikaliste ja keemiliste omaduste poolest kõige enam avarast maailmamere soolsuse kõikudes 0-st kuni 41<sup>0</sup>/<sub>00</sub>-ni. Väinad on lävedeks, kus toimub veevahetus ookeani ja mere vahel. Läänemerre valgub soolasem ja raskem Kattegati vesi põhja mööda, kuna magedam vesi voolab tagasi Põhjamerre pinnakihi. Vahemeres toimub aga vee liikumine ümberpöör-

dult: Atlandi vesi, mis on suhteliselt vähem soolane, tungib Gibraltari kaudu Vahemerre pealmise hoovusena, Vahemere soolasem vesi voolab välja mööda põhja.

On arvatud, et maailmamere soola hulk on 50 000 biljonit tonni; mere kuivades see määratu soolahulk kataks merepõhja 62 m paksu korrana.

Meresooladest on  $\frac{3}{4}$  osa keedusoola (NaCl), üle  $\frac{1}{7}$  magneesiumisoolasid, mis mereveele mõruda maitse annavad ( $MgCl_2$ ,  $MgSO_4$ );  $\frac{1}{10}$  on muid soolasid (Ca, Mg, K — karbonaadid, sulfaadid, bromiidid, jodiidid). Uurimised on näidanud, et soolad esinevad kõikjal samas vahekorras.

**Meresoojus.** Põhjapoolkeral on merevee keskmine temperatuur ülemistes kihtides kõikjal kõrgem kui lõunapoolkera samadel lauskraadidel. Maailmamere temperatuur pinnakihi kõigub  $-2^{\circ}$  kuni  $+36^{\circ}$  C vahel (Pärsia lahes). Lahtises ookeanis on temperatuuri erinevus väiksem,  $-2^{\circ}$  kuni  $+29^{\circ}$  C (Vaikse ookeani troopiline lääneosa).

Vee soolsuse vähenemisega alaneb külmumispunkt ja suurima veetiheduse temperatuur, kuid mitte võrdeliselt.

Läänemere madala soolsuse juures saavutab  $+2^{\circ}$ -ni C jah-  
tunud vesi suurima tiheduse ja vajub alla. Seepärast ei lange temperatuur Läänemere sügavuses alla  $+2^{\circ}$ , kuna veepinnal ta võib alaneda kuni jää tekkimiseni (mis toimub  $0^{\circ}$  ja  $-1^{\circ}$  C vahel). Ookeani sügavustes temperatuurid on madalamad, laskudes peaaegu jäätumispunktini, alla  $0^{\circ}$  C.

### 3. Merevee liikumine.

**Lainetus.** Ka hästisuletud sisemered, nagu Läänemeri, on harva peegelsileda pinnaga: isegi täieliku tuulevaikuse puhul võib märgata veepinnal levivat kõikumist üles-alla, mida nimetatakse ummikaks. Ummiklainetus on möödunud tormide või eemal valitseva tugeva merelainetuse kajastus. Lainetus tekib alati kahe ainese puutepinnal, kui pealmine kergem liigub üle alumise. Säärasel juhul tekib lainjas tasakaalupind, mis vähendab mõlema ainese osakeste vastastikust hõõrdumist miinimumini. Laineid tekib ka õhu ja liiva, merevee ja põhjaliiva puutepindadel (vired). Lainete kuju oleneb ainesest ja suhtelisest liikumiskiirusest.

Merelainete kõrgus oleneb tuule tugevusest, ka mere geograafilisest asendist ja tema avarusest. Atlandil on lainetus kõrgem kui Läänemeres, milles kõige tugevama tormigi puhul lainepikkus ei ületa 30 m ja kõrgus 4 m. Lahtises ookeanis ulatub suurimate lainete pikkus 350 m ja kõrgus 14 m. Kui laine on jõudnud lauskranna lähedale, takistab põhja lähedus laine liikumist, laine pikkus väheneb, kõrgus suureneb (ta nagu surutakse kokku), kuna laineperiood jääb endiseks. Laine murdub, kui veesügavus võrdub laine kõrgusega.

#### 4. Tõus ja mõõn (looded).

Põhjamere rannal või Kanali ääres on tõusu ja mõõna vahelduvat mängu huvitav jälgida. Tõusu ajal hakkab vesi jõudsasti valguma paljastatud liivapõhjale ja tunni-poolteise jooksul on mitme km laiune lauskrannik rahutult loksuva ja vahule löödud veekihi all. Äravoolusänge mööda (neid nimetatakse priilideks) veetõus kulgeb kaugele ette, hargneb ja lõpuks valgub üle äärte. Jõesuudmeis tõstab veetõus põhjas lamavaid praame ja kala-paate taas veepinnale.

Mõnedes jõgedes, nagu Seine, Amazonas ja Hiina jõed, tekib jõevee vastuvoolu tõttu tõusul 1 m kõrgune tõusulaine, mis kohinaga tormab suudmest ülespoole.

Inglismaa jõgede lehtersuudmeis, kus tõus on kõrge, ja ka mujal võib seda kogeda, et kaks korda päevas tuleb laevadekilt kaile alla tulla ja kaks korda päevas kaitl dekile alla laskuda. Seal on sadamabasseinid jõe poolt lüüsiväravatega suletud ja pääs neisse nn. dokkidesse pole igal ajal võimalik.

Läänemeres on looded vaevalt märgatavad. Lääne- ja lõunaosas esineb 2—3 cm kõrgune ühekordne veetõus päeva jooksul. Tallinnas on loodeil 4,3 cm-ne amplituud, tõus hommikul, mõõn õhtul. Kõige suurem on tõus kitsastes lahtedes ja seesuguste jõgede lehtersuudmeis, kus lahe sügavus suudme poole kiiresti väheneb. Bristolil lahe sopis on vahe tõusu ja mõõna veetase-mete vahel 12 m.

**Tõusu ja mõõna põhjused.** Juba ammugi on märgatud sõltuvust tõusu-mõõna ja Kuu ning Päikese vahel. Tõusuvee ja paguvesi voolavad mõni aeg enne või pärast Kuu ülemist või alumist kulminatsiooni (s. o. meridiaani läbimist). Kahe järgneva tõusu vaheaeg vältab keskmiselt 12 t. 25 min., mis vas-

tab ajale Kuu alumise ja ülemise kulminatsiooni vahel, — poolele kuupäevale. Mõni aeg pärast täis- ja noorkuud, Lääne-Euroopa rannikul 2—2,5 päeva pärast, on tõusuvesi eriti kõrge. Esimese ja viimase kuuveerandi järel on tõusu-mööna veetasapinna vahe kõige väiksem.

Tõusus ja möonas avaldub gravitatsioonitung, mis põhjustab planeetide liikumist ümber Päikese ja teiste tähemaailmade püsimumist. Päike on Maakerast 400 korda kaugemal kui Kuu, seepärast on ta mõju väiksem. Kuu rakendab rohkem kui kahekordselt suurema külgetõmbetungi Maakerale. Liikuv osa Maakerast — vesi koondub selle tungi mõjul Kuu poole. Ka vastaspoolset Maakera pinnal tekib samaaegselt tõus, vahealadel on möön.

Päikese mõju lisandub siis, kui Kuu ja Päike on opositsioonis või konjunktsioonis (kui nad on Maakeraga ühel joonel); sel juhul on tõus eriti kõrge. Vastavalt Kuu näilisele päevasele liikumisele mõlemad tõusuväljad kulgevad maailmamerd mööda ümber Maakera pinna.

## 5. Hoovused.

Pudelpost, puutüved keset merd ja laevade triivimine märgivad, et merevee liikumises toimub peale rütmiliste kõikumiste ka voolunähtusi. Üks kõige tähelepandavamaid ja kuulsamaid juhtumeid mereuurimise ajaloos on „Frami“ ekspeditsiooni algatamine. Fridtjof Nansen rajas oma meresõidukava läbi Põhja-Jäämere, kogu selle teadusliku kordamineku ja kõigi kaasosaliste pääsemislootuse oletusele, arvatavale Siberi hoovusele. Tähendatud hoovus, nagu Gröönimaa rannal leitud puutüvedest võis järeldada, pidi algama Beringi väina ja Uus-Siberi saarte vahemikus ja liikuma läbi polaarbasseini ning üle põhjanaba. Ekspeditsioon toimus 1893. a. suvest kuni 1896. a. kevadeni, mil kapten Sverdrup juhtis „Frami“ vabasse vette põhja pool Teravmägesid ja tõestas hiilgavalt hoovuse olemasolu.

Hoovused tekivad peamiselt tuulte mõjul. Suured hoovused maailmameredel tekivad kestvate tuulte, nagu monsuun- ja passaattuulte mõjul. Monsuuntuuled põhjustavad aastaperioodilisi hoovusi, näit. Aasia lõuna- ja idaranniku ees, Punasest merest kuni Beringi väinani. Passaattuulte mõjul aga esinevad püsiva-

suunaliselt ekvatoriaalsed hoovused. Üldiselt aga pole hoovuste rajad rangelt püsivad: nad pole kallaste-vahelised jõed. Isegi nii jõulised hoovused, nagu Florida ja Golfi hoovus, näitavad vahel normaalsuunale vastupidist veeliikumist.

**Põhja-Atlandi hoovused.** Passaadid tekitavad algul nõrka ja ebakindlat veeliikumist Aafrika mandri lääne-rannikul — Kanaari ja Benguella hoovus, millede taga külm vesi kerkib sügavusest pinnale. Mõlemad nimetatud hoovused jätkavad ekvatoriaalhoovustena teekonda läände, läbides laial rindel Atlandit mõlemal pool ekvaatorit. Nende ekvatoriaalsed ja polaarsed piirid muutuvad aasta jooksul. Ekvatoriaalsed piirid on põhja- ja lõunaekvatoriaalhoovustel veebruaris 3<sup>o</sup> ja 2<sup>o</sup> N, augustis 13<sup>o</sup> ja 5<sup>o</sup> N. See oleneb Atlandil lasuvate kõrgrõhkkondade nihkumisest aasta vältel. Ekvatoriaalhoovuste vahel voolab vastuhoovus talvel tunduvalt nõrgemalt kui suvel. Ameerika mandri idarannikul mõlemad ekvatoriaalsed hoovused eemalduvad ekvaatorist ja voolavad Guayana ja Brasiilia hoovusena pooluste poole.

**Golfi hoovuse süünd ja käik.** Põhjaekvatoriaalne hoovus läheneb piki Guayana rannikut Antillidele. Temaga ühineb suurem osa lõunaekvatoriaalhoovuse veest, mis jaguneb San Roque neeme kohal kaheks. Kolumbuse poolt kindlaks tehtud Guayana hoovus omab õige suurt kiirust — kuni 4,5 km tunnis. Edasi jätkub veeliikumine väljaspool Väikeste Antillide kaart, osalt aga tungib merevesi nimeetatud saarekete vahelt Kariibi merre, sealt Yukatani väina kaudu samanimelise hoovusena (kiirus 2—2,5 km tunnis) Mehiko lahte, kus vesi paisub. Hoovus hajub, ta kiirus väheneb. Paisvesi leiab pääsu põhjatuulte kiuste Florida väina kaudu (Florida hoovuse kiirus on 5—7 km tunnis, väinakitsuses 10 km tunnis). Et kirjeldatud süsteem moodustab ühe hoovuse, selgub tõsiasiast, et 3—6 kuud pärast eriti tugevat NO-passaati Florida hoovuse veetemperatuur on kõrgem. Suurte Antillide idarannikul liikunud Antilli hoovus liitub Florida hoovusega Golfi hoovuseks.

Hatteras'e neeme kohalt hoovus eemaldub ookeani; 45<sup>o</sup> W all põhja poolt tulev külm Labradori hoovus riivab Golfi hoovust vasakult, kusjuures mõlema veed segunevad: Golfi hoovuse sooja, soolase ja sinise vee laigud vahelduvad soolavaese, külma ja jääroheline arktilise mere veega. Jäämäed ja udud loo-

vad lõuna pool Newfoundlandi saart laevaliiklemisele kardetava tsooni. Assooride juures, kus kiirus on 5 km, hoovus hargneb mitmeks: Iiri-Irmingi hoovuseks, mille jätkuks on Islandi hoovus, Norra ja Portugali hoovuseks; Norra hoovus hargneb Muurmani ja Svalbardi hoovuseks. Nende Põhja-Jäämerre suubuvate vete läbi tõrjutakse polaarjää piir kaugele põhja. Kuna Gröönimaa idarannikut kuni lõunaneemeni blokeerib alaliselt ujujää, mida Ida-Gröönii külm hoovus polaarbasseinist toob, on lääne pool Svalbardi meri suvel jäävaba kuni 80° N ja isegi 81° N. Kaubalaevade liikumine on hilissuvel võimalik isegi kaugemal idas, Kara meres kuni Obi ja Jenissei suudmeni.

## 6. Maailmamere looduslik liigestus.

Sügavusest ja ranna kaugusest sõltuvad merevee omadused, taimede ja loomade elutingimused. Seepärast liigestatakse maailmamerd sügavusastmete järgi.

Jättes kõrvale ranna, mida võib maismaale kuuluvaks lugeda, on kõige suurem vahe madala laugmere ja süvamerere vahel. Laugmeri katab šelfi kuni mandrinõlvani, ulatudes kõigest 200—400 m sügavuseni. Sügavamal, valguse vähesuse või puuduse tõttu, muutub elu võimatuks süsinikku sarnastavatele taimedele; koos sellega pole siin paika ka taimtoidulistel loomadel.

## 7. Laugmeri.

Rannal toimub murrutus ja aineste kandmine, laugmeres aga peamiselt settimine. Liiv ja sau, mida jõed merre kannavad või mis rannal tekkinud, langevad põhja ja moodustavad aegamööda tiheneva purdsettekihi. Laugmeres on ka mitmesuguste lubjakivisetete tekkimine väga levinud. Laugmeresetted on maismaa geoloogilises ehituses erakordselt tähtsad: on ju <sup>9</sup>/<sub>10</sub> kõigist tuntud meresettekivimitest pärit laugmerest.

**Läänemeri** on laugmeri. Vastavalt kolmele laiendile vaheldub merepõhjas kolm 100 m sügavat moldi: Botnia lahe põhjapoolses laiendis, teine Ahvena saarestiku ja Kvarkeni skääriderohke ahenduse vahel; kolmas, kõige laiem, levib Ahvena saartest lõunasse Danzigi lahe poole. Kaks haru: kitsam suunatud Pakri saarte poole, laiem — Ölandi poole, täiendavad viimast T-taoliseks nõostikuks.

Veevahetus ookeani veega on kitsaste väinade läbi raskendatud. Liiga aeglane põhjahoovus ei jaksa sügavusteski võrdlemisi hapnikuvaest vett uuendada; Läänemeri on süsihapperikas mahkjas veekogu. Tema pinnavee soolsus väheneb lahtede poole, alanedes Botnia lahe lõpus 2<sup>0</sup>/<sub>00</sub>-ni. On märgata vee-soolsuse kõikumist aasta jooksul. Soolasem vesi koguneb eelnimetatud nõgude põhja, nagu tabelist järgneb.

Veesoolsus Ristna neeme rööbikul:

Sügavus m-tes . . . .	0	50	100	155
Soolsus ‰ . . . . .	6,4	7,03	9,62	10,28

Vee omadustest tingituna on praegused Läänemere setted lubjavaesemad, kuid orgaaniliste ühendite poolest rikkamad kui Põhjameres: O vähesus takistab kõdunemist, CO<sub>2</sub> aga soodustab süsihappekaltsiumi lahustamist. Botnia lahes on märgatud, et merevesi lahustab limuste karpe juba loomade eluajal. Iseloomulik on hall-sinkjas meremuda, mis koguneb kaitstud lahtede põhja ja saarte vahele.

Elukond on Läänemeres hoopis kehvem kui Põhjameres. Endeemiliste (mujal mitte esinevate) looma- ja taimeliikide arv on vähene, mis asjaolu on üks tõendeid veekogu noorusest. Põhjamere fauna kordub siin, ainult vaesunud kujul nii liikide arvu kui ka isendite hulga ja arengu poolest. Loomaliikidest on suur osa mahkja vee loomad, kes elutsevad ka Põhjamere jõesuudmelahtedes. Põhjamere 174 teo- ja 171 karbiliigist on tunginud

Kattegatti, soolsusega	30 <sup>0</sup> / <sub>00</sub> —15 <sup>0</sup> / <sub>00</sub>	—	62 tigu, 87 karpi,
Läänemere lõunaossa „	10 <sup>0</sup> / <sub>00</sub>	—	9 „ 24 „
Soome ja Põhjalahte „	<6 <sup>0</sup> / <sub>00</sub>	—	0 „ 4 „

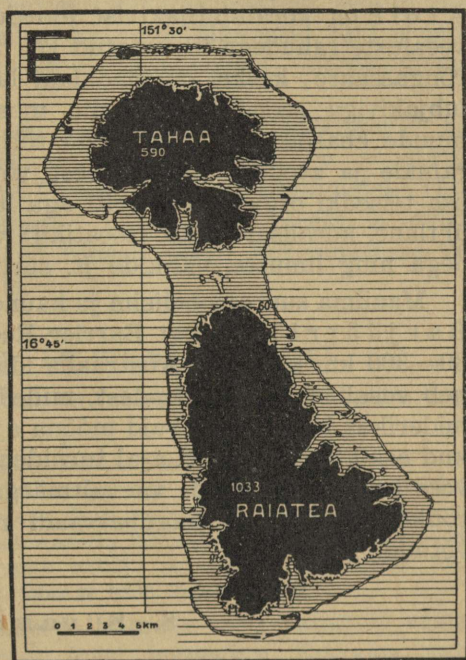
Soome ja Põhjalahes tuleb asemele ainult 4 liiki mageveetigusi ja 3 liiki mageveekarpe. Karpide kaaned muutuvad pidevalt väiksemaks ja kergemaks. Sinivioletsete kaantega söödav ranniklane (*Mytilus edulis*) kasvab Põhjameres 150 mm pikaks, Kieli lahes 110 mm, Gotlandi vetes 40, Põhjalahes vaevalt 30 mm pikaks. Kalade hulgast leiame Põhjamere kalaliikide kiduramaid riimveevorme: räim on vaid üks heeringa

„läänemere“ tõugusid; tursk, võrreldes oma Atlandi väga rännuhimulise „suguvennaga“, on hoopis pisem ja nõrgem. Tä elab vähe liikuvat elu peamiselt sügavamates nõgudes, kus vesi soolasem.

**Korallimeri.** Troopilises meres on 200- kuni 400-m-ne pinnaveekiht küllastatud kaltsiumbikarbonaadist  $[Ca(HCO_3)_2]$ . Selles keskkonnas võib laugmeres toimuda lubjaainese sadestumine. Lainetusel merepõhjast ülesaetud peen lubjakiviaines, organismide kaante ja skelettide aines toimib kristallisatsioonituumadena, millede ümber koguneb ja sadestub merevee  $CaCO_3$ .

Keemilisel teel tekkinud lubjakivisetete kõrval evivad soojades meredes väga suurt tähtsust ka organismide elutegevusel moodustatud setted. On loomi ja taimi, kes eritavad lubjaainest oma keha välispinnale, näit. rahu korallid.

Rahukorallid vajavad elamiseks puhast, selget, normaalse soolsusega merevett, temperatuuriga mitte alla  $18^{\circ}$ – $20^{\circ}$ . See pärast nad väldivad jõesuudmeid. Elades sümbioosis mikrokoopiliste roheliste vetikatega, nad vajavad valgust, mispärast sügavamal kui 80 m nad ei või elada. Soodsates paikades sigib neid massiliselt, kattes oma välistoestikuga merepõhja, mõnd veealust künnist või kaljukühmu. See lubjakivine kate kerkib kuni 1 cm aastas kõrgemale ja võib lõpuks kasvada meresõidule



63. joonis. Kaksiksaar Tahiti saarestikus. Mõlemal saarel on randrannakaridega. Ühine vallrahu ümbritseb saart enam-vähem püstivas kauguses.

kardetavaks salarahuks. Seesuguste rahude välisküljed on tavaliselt järsud. Korallsaarte tekkimisest võtab osa ka murrutusjõud, mis purustab veealuseid rahnusid klibuks, korallkruusaks ja liivaks ning kuhjab seda materjali rahudele kokku. Tavaliselt korallrahude ja -saarte joomed seiravad randa eemalt: need on v a l l r a h u d. Kui korallrahu esineb rannal ega ole sellest mereosaga eraldatud, siis on tegemist r a n n a k a r i d e g a. Atoll on korall-lubjakivist moodustatud saarterõngas, mis veealuste rahudega ühendatud või mis kujundab ühe veepealse rõngassaare; keskel on madalam laguun, mis ei täitu korall-lubjakiviga seepärast, et siin merevee toiduvähesuse ja ka muude ebasoodsate tingimuste tõttu korallid ei edene. Vallrahude ja atollide ülesehitusest võtavad peale korall-loomade osa teisedki organismid, eriti aga lubivetikad. Rahu pole seest ühtlane, korallsarastiku (toestiku) vahed on täidetud mürdosadega ning limuste, vähkide jt. surnud loomade lubikestadega.

Maailma suurejoonelisim ja kauneim korallmoodustis, S u u r B a r j ä ä r r i f f (Great Barrier Reef), 2000 km pikk, asetseb 30—300 km kaugusel Austraalia ida- ja kirderannalt. Ta koosneb veealustest vallrahudest, millede ääretult värvide- ja vormiderikas korallehtis vaid mõõna ajal veest välja ulatub. Üksikud osad kõrguvad sel ajal tornidena üle veepinna, kuid tõusuvees on nad madalad, vaevaltmärgatavad saarekesed. On ka rohkesti atolle, mis kagupassaadi mõjul on hobuseraua kuju võtnud.

## 8. Süvameri.

Vee temperatuur alaneb merepinnalt sügavuse poole. Atlandi ookeanis on leitud 2000 m sügavusel temperatuure alla  $+4^{\circ}$ ; ainult idaosas  $20^{\circ}$  N ja  $40^{\circ}$  N vahemikus on vee soojus  $+4^{\circ}$ , milles avaldub Vahemerest väljavoolava vee mõju. Sügavamal on vee temperatuur ülimalt  $+2^{\circ}$ : see on polaarmede veetemperatuur; põhjavesi ongi polaarmedest või nende lähedalt pärit. Kaljune aluspõhi paljandub merepõhjas väga piiratud ulatuses, enamasti veealuste kõrgendike näol, millede kattumist setetega on takistanud süvamere hoovused. Põhi on kaetud merehiivaga, mis on kõige peeneterisem, peamiselt mineraalainesest koosnev sete. 2000—5000 m sügavusel on väga levinud globigeriinhiib, mille koosseisus esineb massiliselt

juurjalgse *Globigerina* liikide mikroskoopilisi kodusid. Sügavamad setted on lubjavaesemad, sest ülalt pikaldase vihmana langevad lubiskeletid lahustuvad sügavama vee suureneva rõhu all jõudsamini. Ligi  $\frac{1}{3}$  maailmamere põhjast on kaetud punase süvameresauega (5000 m-st allpool). Saueosakesed on pärit maismaalt, kuid nende seas on suhteliselt rohkesti ka vulkaanilist ja kosmilist tolmu.

Kuivõrra pikaldaselt koguneb süvameresetteid, selgub asjaolust, et merepõhjas on leitud katmata jäänuseid, luid ja hambaid juba tertsiaarajastu lõpul väljasurnud mereloomadest (vaaladest ja haidest).

Süvamere uurimise ekspeditsioonid („Challenger’i“ sõit 1872—1876) on tõestanud, et kogu merepõhi on asustatud. Kummalised kalad elutsevad väga suurtes sügavustes (kuni 7000 m); nad on kohastunud pimedas elamisele ja evivad valgustusorganeid; osa neist tõuseb öösiti kõrgematesse veekihtidesse, isegi veepinnale.

## 9. Euroopa ja maailmameri.

Euroopa rahvaste kultuur on tekkinud merelähedastes tingimustes.

Euroopa poolsaareline mannerosa on poolsaarteks ja saarteks liigestatud; ta ulatub kiiluna maailmamerre, mis Mustast merest kuni Muurmani rannikuni on laevasõiduvaba Golfi soojendava hoovuse tõttu. Suure Vahemere taga läheneb lõunast Aafrika manner paaris kohas Euroopale.

Vahest ainult Malai saarestik pakub rikkalikumalt võimalusi mere-sõiduhimu ärkamiseks elanikkonnas ja selle teostamiseks.

Algul sõideti üle lahtede ja väinade ning vallutati vastaspoolseid rannikuid. Pärast õpiti meresõitu Euroopa vahemeres — Vahemeres ja Läänemeres. Lõpuks vallutati mere-sõidule maailmameri. Normannid olid esimesed ookeani ületajad. Nad löid merevõimu, mis tugines Euroopa poolsaarte ja saarte kindlustatud sadamatele ja vasallriikidele. Sajandeid hiljem Suurbritannia saarterahvas arendas välja normannide merestrategia maailmavalitsemiseks maailmamere kaudu.

Euroopa rahvaste vilgas teotsemine meredel, meresõit, kala- ja vaalapüük, sõltub suuresti koduranniku geograafilisest asendist ja kujust. Sügavate tuulevaiksete kitsaste lahtede rohkus ja asend Atlandi ääres on merel teotsemiseks eriti soodus. Selle pooldest on Suur-Britannia ja Norra väga õpetlikuks näiteks.

Peapõhjus, mis rahvaid sunnib teotsema merel, on siiski sise- mine tung merele, meresõidutahe või karakteri sobivus selleks, mispärast ka võrdlemisi ebasoodsais geograafilisil olusuhteis rahvad, nagu sakslased ja hollandlased, on näidanud meresõi- dus ülimat edukust ja kangust.

Et meri nõuab inimeselt terve vaimu ja keha täielikku valmisolekut, siis pole karakterilõtvadel, vähe distsiplineeritud ja passiivseil rahvail, olgu nad kuitahes rohkearvulised, mere- sõiduks ei indu ega sobivust.

Meresõit on eurooplaste geograafilist silmaringi avardanud. Eurooplaste läbi on maailma rahvaile teatavaks saanud, milline Maa tõeliselt on. Euroopa meresõitja on algusest saadik olnud ühtaegu kaupmees ja sõdur. Asumaade kaubanduslik ja poliiti- line haaramine on alati järgnenud uute rannikute avastamisele.

Meresõidu läbi oli Euroopa XX sajandi alguses saavutanud suurima poliitilise ja majandusliku võimu maailmas.

Meresõit on ka teaduste arengut suurel määral soodustanud, sest ta õpetas v a a t l u s e tähtsust hindama.

Hispaania ja portugali merimehed julgesid esimestena ületada ekvaa- torit. Nad on jutustanud, kuivõrra see neid hämmastas, näha seal hoopis teissuguseid loodustingimusi kui seda kiriklikult tunnustatud autoriteetid, eskätt Aristoteles, väitsid.

Praegu leiame endastmõistetavana, et inimene oma isiklikke arvamusi peab põhjendama vaatluste ja kogemustega.

## IX. Maastikulised vöötmed.

**Üldmõisteid.** Eelmistes peatükkides tutvusime maa- koore, vesikonna ja õhkkonna vormide ning elementidega, s. o. eluta loodusega. Maastikupildi kujundamises on aga peale mainitud eluta looduse elementide väga oluline osa elu- sal loodusel, s. o. taimedel, loomadel ja inimesel. Taimede mõju maastikupildis väljendub otseselt, inimeste ja loomade osa aga kaudselt nende poolt loodud tehivormide näol. — Elusat loodust nimetatakse maateaduslikus käsitluses ülevaati- likkuse mõttes ka elukonnaks. Elukonna levimisala Maa- keral on eluruum ehk biosfäär.

Maastik kujuneb teatavasti selle järgi, missugused vormid kõige sagedamini esinevad ja kõige mõjuvamatena või tähele-

pandavamatena näivad. Need on pinnavormid, vesikonna vormid, taimkatte- või tehisvormid. Nad on peamised maastiku moodustajad, mispärast neid nimetatakse maastikulisteks elementideks. Peajoontes sarnased ning üksteisega kõrvuti esinevad maastikulised ühikud, millede erinevused on tingitud vähemolulistest, vähem silmapaistvatest elementidest, liidetakse ülevaatlikkuse mõttes suuremaks maastikuliseks ühikuks — maastikkude rühmaks. Neist omakorda kujunevad samal põhimõttel veel suuremad maastikulised ühikud — maastikulised vöötmed. Maastikulised vöötmed haaravad tavaliselt vöötmetena neid laialisi alasid Maakera pinnal, mis antud ühe või ka kahe maastikulise elemendi suhtes on enam-vähem ühtlaseilmelised.

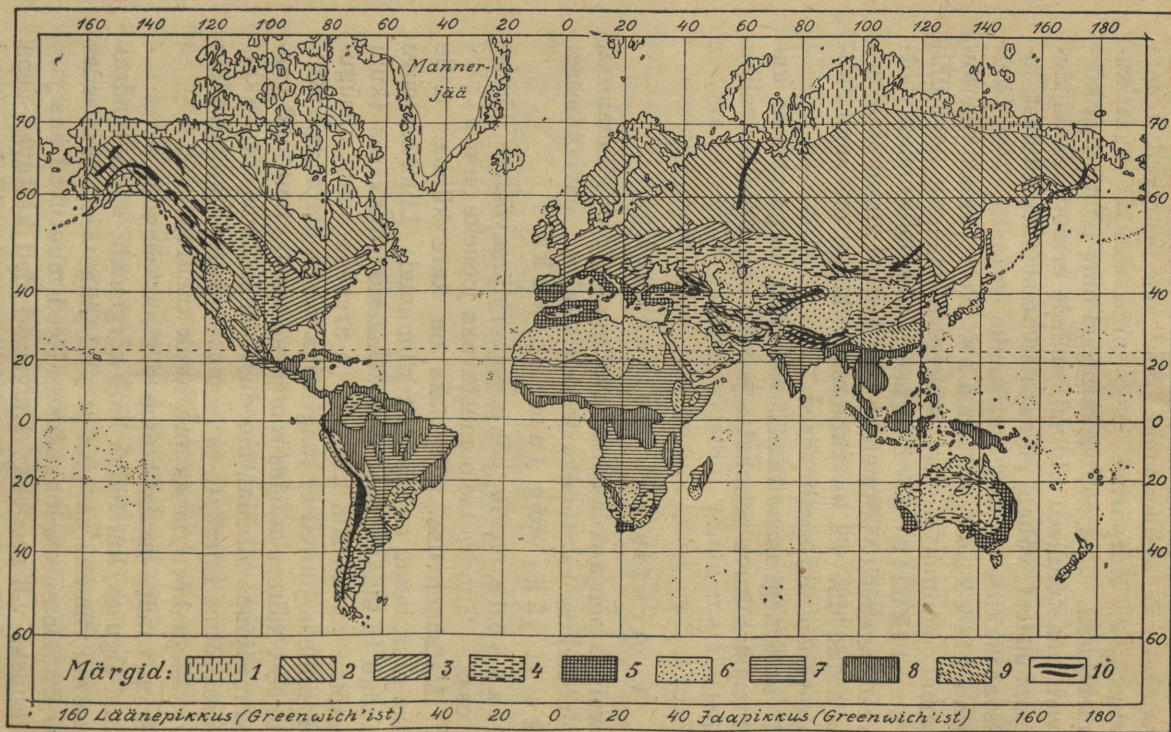
Alamal vaatlemegi maastikulisi vöötmegi, nagu nad on kujunenud kliimast sõltuva taimkatte ja inimkonna majandusliku tegevuse läbi.

## 1. Arktis ehk polaarvööde.

Arktis esineb põhja-polaarkliimavöötmes. Nagu kliimaliselt, nii jaguneb Arktis ka taimkatteliselt kahte alavöötmesse: tundraks ja jää- ning lumekõrveks.

**Tundravööde** levib põhja-polaarkliimavöötme lõunapoolsemas osas. — Tundra iseloomustavaks jooneks on metsakehvus. Metsakehvuse põhjuseks on kare kliima, mille tõttu tundra aluspinnas on alaliselt külmunud. Lühikese suve jooksul suudab ta sulada pealt vaid väikeses sügavuses (kuni 1 m). Seetõttu võivad siin kasvada ja areneda ainult niisugused taimed, millede juured ei tungi sügavale mullapinda. Külmade tuulte eest kaitset otsides roomavad needki puitunud vartega taimed maapinna lähedal, moodustades kääbuspõõsastikke. Nii on tundravöötme taimkate ja loomastik kareda kliima tõttu üsna kehv. Väga hõre on ka rahvastik tundras.

Muutlik on tundra maastikuline pilt aastaegade järgi. — Mais ja juuni alguses, kui Päike käib kõrgemalt, sulab tundras lumi, vabanevad viimaks ka ojad ja jõed jääkattest. Vulisedes voolab vesi madalamaisse lohkudesse. Need muutuvad kas järvedeks, loikudeks või soodeks. Kuivemad alad kattuvad üsna ruttu rohulusega. Madalamais ja niiskemais kohtades kasvavad siin samblad, lõikheinad, mitmesugused marjapõõsad, nagu jöh-



64. joonis. Maastikuliste võõtmete kaart. 1 — tundrad; 2 — okasmetsad; 3 — suvehaljajad metsad; 4 — stepid ja muud rohtlad; 5 — nahkjaslehiselised igihaljad metsad; 6 — kuivuskõrved; 7 — vihmahaljad metsad ja savannid; 8 — troopilised igihaljad vihmametsad; 9 — lähistroopilised igihaljad vihmametsad; 10 — alpiinsed metsata alad. (Kaardilt on eksikombel välja jäänud Skandinaavia mäestik alpiinse ala viirutus.)

vikad, sinikad, murakad jt. Kuivemate ja kõrgemate paikade taimkatte moodustavad mitmesugused samblikud ja roomavad põõsad, nagu polaarpaju, vaevakased jt. Samblikest on rohkem levinud põdrasamblik ja islandi samblik. Põhjamaa suve alalises valguses õitsevad, kasvavad ja valmivad need tundra-taimed ülikiiresti.

Ühes soojusega tulevad Lõunamailt lühikeseks polaarsuveks tundrassa pesitsema ja poegi kasvatama ka haned, pardid, luiged jt. soo- ja veelinnud. Paiguti on rannikukaljudel koos määratul arvul kajakaid, hahku, aule jt. merelinde. Kaugele kostab siit nende kisa ja kaagutamine. Sellised lindude kogunemiskohad on tuntud „lindude turu“ nime all. — Linde püüdma tulevad siia suveks lõuna poolt metsade-vöötimest rebased, nirgid jt. metsloomad. Tundra alalise loomastiku esindajaina on mainida põhjapõtra, lemmingut, polaarrebast ja lahitsat. Põhjapõder esineb tundramail nii kodu- kui metsloomana. Ameerika tundrais elutseb peale mainitute ka muskusveiseid ja polaarhunte.

Tundra suvise pildi täienduseks tuleb mainida sääski ja kihulasi. Madalamates ja soistes paikades õhk otse sumiseb sääskede ja kihulaste parvedest. Sääsed, kihulased ning teised putukad on tundra elanikele ja loomadele päris nuhtluseks.

Septembris kaob elu tundras. Linnud lendavad soojale maale. Paigale jäävad ainult mõned liigid, nagu põldpüü, raba-kana, lumekakk jt. Ka suurem osa loomadest rändab lõuna poole. Seal otsivad nad kaitset talvetormide vastu võsastikes ja kääbusmetsas. — Juba oktoobris on tundra muutunud üksluseks, laialiseks ja peaaegu elutuks lume- ja jääkõrveks.

Tundra loomastik on hästi kohanenud kareda kliima ja puudulikkude toitumisoludega. Paks vill või suled, samuti ka rasvkiht naha all kaitsevad loomi kareda külma vastu. Toitumises on polaarloomad vähenõudlikud ja leplikud. Nii kaabib põhjapõder oma laia lusikataolise sõraga lume alt samblikke, milledest ta toitubki. Ka varjevärvus on polaarloomade juures eriti silmapaistev: talvel on nende karvkate valge või helehall, suvel aga tumedam või pruunikas.

Pinnapaigalisi asulaid tundras ei ole. Ainult mererannikul on mõned üksikud väikesed asulad — kaubanduslikud ja valituslikud keskused. Samuti leidub rannikul ja saartel üksikuid

polaarjaamu, kus toimetatakse ilmastiku, jääolude, merevee liikumise jne. vaatlusi. Rohkesti on polaarjaamu Nõukogude Liidu arktilises osas.

Tundra pärisrahvad, nagu laplased, samojeedid ehk nentsid, eskimod jt., on pinnavallalised. Elamuiks on neil telgid, mida on võimalik kergesti lahti võtta ja uuesti kokku panna paigast paika rändlemisel. Rahvastiku peamiseks elatusallikaks sise-maal on põhjapõdra kasvatamine, mererannikul kalastamine ja mereloomade küttimine. Põhjapõder annab tundraelanikule kõik, mis tal elamiseks vaja: liha toiduks, nahka rõivaks ning telgikatteks, soolikaid nõõriks ja kõieks, luid tarbe- ja majariistade valmistamiseks. Ühtlasi on põhjapõder ka tundraelanikule veo- ja sõiduloomaks. — Teiseks tähtsaks abiliseks tundra-elanikule on koer.

Üldiselt on inimene polaarvöötmes veel täiesti sõltuv loodusest ja tema tujudest. Seetõttu on siin valdamas rööv- ja laasmaistud.

**Jää- ja lumekõrbede vööde** levib tundravöötimest põhja pool, Gröönimaal, Novaja Zemljal ja teistel saartel ning katab kogu põhjapoolust ümbritseva Põhja-Jäämere. Teine, veel laialisem jää- ja lumekõrbede väli haarab lõunapooluse ümbruses kogu Antarktise mandri ja sellelähedased rannikumered. — Ka need lume- ja jääkõrved leiavad inimese poolt aegajalt külastamist ja kasutamist. Siia meelitab inimest peamiselt teaduslik huvi, aga ka lootus tundmata maid ja loodusvarasid avastada. Kütte meelitab siia polaarloomade rohkus. Neid kütitakse naha ja rasva pärast. Tähtsamateks jahiloomadeks on vaalad, merihobud, delfiinid, hülged jt. Omapäraseks nähtuseks on Põhja-Jäämerel ja siinsete saarte rannikul jääkaru, Antarktise rannikujää piirkonnas aga pingviinid.

## 2. Okasmetsade-vööde.

Okasmetsade-vööde on maastikulisist vöötmeist kõige laialdasem. Ta haarab suurema osa põhjapoolkera paraskliimavöötimest ning levib laialdase vöötmena ookeanist ookeanini nii Euraasias kui ka Põhja-Ameerikas (vt. 64. joon.). Vöötme põhjapoolsemas osas levivad peamiselt okasmetsad, lõunapoolsemas on paiguti valdamas segametsad.

Okasmetsade-vööde liitub põhjas tundravöötmega. Üleminek tundrast okasmetsale toimub peaaegu märkamatu. Tundra lõunapoolsel serval ilmuvad esialgu üksikud suuremad puukesed, kaugemale lõuna poole minnes kujunevad neist juba väikesed puuderühmad ning lõpuks terved okas- ja segapuude salad. Edasi minnes muutuvad need salad ikka suuremaiks, tundralaigud nende vahel ikka väiksemaiks ning lõpuks ongi metsa tundra nime. Madalamates ja niiskemates alades, nagu Lääne-Siberis Obi jõe suudmealal, Ida-Kanadas ja eriti Labradori poolsaarel, tungib tundra kaugemale lõunasse metsalasse. Kõrgemates ja kuivemates alades, nagu Ida-Siberis, Lääne-Kanadas ja Alaska poolsaarel, tungib mets kaugemale põhja poole.

Ürgelist ilmet kannab metsade-vööde veel ainult paiguti. Need kohad asetsevad jõgedest ja teistest liiklemisteedest kaugemal. Jõgede ja muude liiklemisteede lähedal on metsad muudetud juba rööv- või kasutusmaistuteks. Vanu ürgmetsi on rohkem säilinud Siberis ja Kanadas. Siberis ja Põhja-Venemaal on nad tuntud taiga nime all.

Eriti otsatud on Lääne-Siberi soostunud alade kuuse-, nulu-, seedri- ja haavametsad. Neil metsadel on eriline sünge ilme.

Suure tiheduse tõttu on nulu-kuusemetsad poolpimedad. Poolpimedus soodustab eriti sammalde kasvu, mis tiheda polstrina katavad niisket pinnast, mädanevaid kände ja tuulemurru risu, ka elusate tüvede alumisi osi. Tüvede koorele kleepuvad hulgaliselt samblikud ning okstelt ripuvad alla pikad hallid koonlad puuhabemeid. Sammalvaibal leiame paiguti kasvamas väikesi poolpõõsaid ja rohhtaimi kahvatute väikeste valgete õitega. Sageli on need poolpõõsad ka nahkjate talvitavate lehtedega.

Harva segab selle sünge taiga vaikust mõni üksik hääl. Pole siin kuulda linnulaulu, harva tabab kõrv ainult nõrka laanepüü vilistust, teinekord orava tasast naksutamist või mänsaka või rähni üksikut teravat hüüdu. Mõnikord lisandub neile okste ragin, mis kostab taigakuninga, karu, käppade alt. — Selle võimsa pildi süngust suurendab sageli omapärane tuulekõmin, mis sahistab nulu tihedas oksastikus.

Okasmetsade-vöötme loomadele toovad talved suuri raskusi. Lume tulekuga väheneb paljudel loomadelt toidu leidmise või-

malus. Seepärast suiguvad mõned loomad taliuinakusse, teised rändavad soojematesse maadesse. Linde on sega- ja okasmetsade hõredamates ja päikeseküllastes paikades suviti palju.

Euroopa-Aasia okasmetsade-vöötme metsloomade esinda-jaist on mainitavad pruun karu, põder, ilves, hunt, rebane ja terve rida teisi väiksemaid kiskjaid ning närijaid. Väärtuslikest karusnahaloomadest on Põhja-Venes ja Siberis vähesel määral leida veel sooblit. Kalli karusnaha tõttu on siin sooblit inimese poolt suuresti hävitatud, samuti ka kobrast.

Kanada sega- ja okasmetsadele omastest loomadest on mainida suurt halli karu ehk grisli-karu, samuti ka väärtuslikke karusnahaloomi, nagu koprad, hõbe- ja sinirebased ning teised. Peale mõnede eriliikide on okasmetsade-vöötme loomastik nii Euraasias kui ka Ameerikas ühtlane.

Nagu karusnahaloomade küttimisel pinnavallaliselt, nii tungib metsatööstuste rajamisega inimene pinnapaigaliselt ikka kaugemale ja kaugemale laante rüppe. Laante asemele tekivad röövmaistud kännurägastikuga, parema pinnasega ja sobivama kliimaga alades aga kultuurmaistud. Nii muutub ka siin aegamööda teedevõrk tihedamaks, suurenevad asulad ja suureneb ka nende tihedus.

Metsade-vöötme lõunapoolsemas osas on metsad püsima jäänud veel ainult pinnaseliselt kehvemates ja soostunud paikades. Kõik parema pinnasega alad ja ka muidu asustamiseks ning liiklemiseks sobivad paigad on juba ammu metsadest laastatud ja muudetud kultuurmaistuteks. Kultuurmaistutega vahelduvad külad, linnad, tööstusasulad ja muud tehismormide liigid. Järelejäänud metsadki on muutunud kultuur- ning kasutusmetsiks.

### 3. Suvehaljaste metsade maastikud.

Suvehaljaste metsade maastikud levivad paraskliimavöötme lõunapoolse osa neis alades, kus on sademeterikas, pehme, mereline kliima. Sama vöötme kontinentaalse kliimaga alades asendavad neid mägistes osades okasmetsad, kuna madalmikel nad vahelduvad rohtlatega. Nii ei moodusta suvehaljaste metsade maastikud pidevat vöödet, mis haaraks mandreid ookeanist ookeanini (vt. 64. joon.).

Suvehaljad metsad haaravad laialisi alasid Kesk- ja Lääne-Euroopas, Ida-Aasias ja USA idapoolses osas. Mujal esinevad

nad väiksemate või suuremate saludena kas segametsadega või rohtlatega vaheldudes. — Suvehaljastele metsadele ilmeandjaiks on tavaliselt laialehised lehtpuud ja pöösaspuud, nagu vahtrad, pärnad, tammed, kastanid, pöökpuud, kased, pihlakad jt. Reegli-päraselt toimub neil puudel lehistumine igal kevadel, lehtede varisemine — sügiseti.

Kesk- ja Lääne-Euroopas, samuti osalt ka USA-s on need metsad juba ammu kaotanud ürglaante ilme. Enamasti nad vahelduvad suuremate või väiksemate saludena viljaväljade, kultuurkarjakoplite ja -heinamaadega. Koos elamute ja asulate ümbruses leiduvate rohuaedade ja parkidega ning teeäärsete puuderidadega kujundavad suvehaljad metsasalud paiguti päris parkmaastikke. — Hoopis rohkem kui segametsade-alas pääsevad siinseis maastikes mõjule tehismormid. Laseme pilgukski selle maastiku taustal oma kujutluses silme eest mööda libiseda Kesk- ja Lääne-Euroopa ning USA idaosa tihedat asulastikku, kümnete majakordadena üles kõrgele õhku kerkivaid suurlinnade kvartaale, nooltena õhku tõusvaid vabrikute korstnaid, kaevanduste tõstetorne, sadamate ehitisi tõstekraanadega, nõörsirgeid raudteetamme ning asfalteeritud autoteid suurte rauast ja betoonist kaarsildadega, elektri-kõrgepingeposte ja traate ning tuhandeid teisi inimese vaimu poolt loodud ja inimese käte poolt püstitatud tehismormide esemeid, mis kui tihe ämblikuvõrk maastikku katavad. Eks selgu meile peagi, millisel määral siin inimene on maastikupilti muutnud ja seda oma näo järgi ümber loonud.

Ainult Kaug-Idas, nagu Koreas, Mandžuurias, Amuurimaal, Ussuri jõgikonnas jm. on veel suvehaljad lehtmetsad paiguti säilitanud oma ürgse ilme. Eriti märgatav on see asjaolu Ussuri jõe orus. Selle lõunaosa taimkatte liigrohkus ja kasvuvõimsus meenutavad troopilisi metsi. Eriti üllatab siin vaatlejat taimkatte haruldane rikkus, mitmekesisus ja vormide segu. Igal sammul võite näha, kuidas vägev nulg kasvab kõrvuti mandžuuria pähklipuuga, mänd ja seeder põimivad oma oksad korgitamme ilusate sulglõhiste lehtedega, orulammidel hiigeljalakad ja -künnapuud kasvavad segamini valge amuuri sireliga, ussuri pirnipuuga ja on põimitud kokku amuuri viinamarjaga. See põhja- ja lõunavormide segu ongi Ussuri taiga suureka iseärasuseks.

Samasugune liikide segu iseloomustab ka siinset loomariiki. Tiiger ja põder, soobel ja panter, muskusloom ja karu, mets siga ja nirk, orav ja metskits, peoleo ja jaapani iibis, lõoke ja faasan on ühesagedad, alalised ja üheõiguslikud Ussuri taiga asukad. Loodus oleks nagu korraldanud siin suure loomuliku näituse.

Mujal lehtmetsade-alas on metsloomi üpris vähe säilinud. Mainitavad on vahest hirved, metskitsed jt. sõralised, kes looduskaitsealustena teatud metsades elutsevad. Samuti tuleb mainida ka väikesi närijaid, nagu hiiri, rotte jt. väikeloomi, kellele elu on seotud kultuurmaistutega. Seevastu on aga lehtmetsade maastikud väga rikkad koduloomadest.

#### 4. Rohtlate-vööde.

Rohtlad ehk stepid levivad paraskliimavöötmete ekvaatoripoolseis kontinentaalse kliimaga alades. Põhjapoolkeral moodustavad nad suvehaljaste metsadega koos vöötme, mis lääne—ida suunas haarab mandreid ookeanist ookeanini nagu okas-metsade-vöödegi. Lõunapoolkeral esinevad rohtlad suuremate või väiksemate laikudena teiste maastikutüüpide vahel (vt. 64. joon.).

Rohtlate iseloomustavaks jooneks on metsade puudumine. Kuivuse ning kuumade suvede tõttu kasvavad siin enamasti heintaimed ja püsikud ning paiguti ka soolakutaimed. Need viimased moodustavad poolkõrbi ja ülemineku-alasid rohtlast kuivuskõrvele, näit. Lääne-Aasias.

Nagu tundra- ja metsade-vöötme vahel, nii puudub ka metsade ja rohtlate vahel kindel piir. Madalamates ja niiskemates alades tungib mets rohtlasse. Kõrgemates ja kuivemates alades suudab rohtla metsa pealetungi takistada. Nii leiame paiguti suuremaid või väiksemaid sega- ja lehtmetsa salusid rohtla-alas. See üleminekuala metsast rohtlasse on tuntud metsastepi nime all.

Rohtla pealispinnaseks on tavaliselt huumusrikas mustmuld, aluspinnaseks aga lössi või lössise savi lademed. Need aluspinnase kihid sisaldavad mõningaid mineraalsooli, mis puujuurtele on ebasobivad. See asjaolu põhjustab ka omalt poolt rohtlate metsakehvust.

Euraasia idaosas haaravad stepid Lõuna-Siberit kuni Mandžuuriani ja Mongoolia kaguosa, läänes — Kagu-Venemaad,

Ukrainat, Rumeeniat ja Ungarit ning Lääne-Aasiat. Eri maa-des tuntakse neid nurmi ja aasu eri nimede all. Nii näit. on nad Põhja-Ameerikas tuntud preeriaste, Lõuna-Ameerikas — p a m p a d e ja k a m p o d e, Ungaris p u s t a e h k a l f ö l d i, Hispaanias l a m a n c h a n i m e a l l j n e. Paiguti muutuvad rohtlad puis- ja põõsassteppideks, nagu s k r a b Austraalias.

Pärisrohtlaid on vähe säilinud. Kõik põlluharimiseks ja karjakasvatamiseks sobivad rohtlad on muudetud kultuur- või kasutusmaistuks. Paiguti on nad ka tihedalt asustatud, nagu Ukrainas, Ungaris jm. Siin on juba tehisvormid kujunenud maastikupildi olulisiks ilmendajaiks. — Väärrib tähelepanu, et endised rohtlaalad USA-s ja Kanadas, Argentiinas ja Ukrainas ongi praegusajal kujunenud maailma tähtsamateks tera-viljasaalvedeks.

Rohtlaid on rohkem säilinud Kesk- ja Lääne-Aasias, Lõuna-Aafrikas, Lõuna-Ameerikas jm. Ka Ukrainas on säilitatud laialine tükk looduslikku rohtlat looduskaitsealana.

Rohtla ilme muutub aastaegade järgi, samuti nagu kultuurimaistulgi. Varakevadel, kohe pärast lume sulamist, kattub rohtla õitsevate taimede vaibaga, millede hulgas valitsevad sibultaimed, helesinised hüatsindid, madalad lillad ja kollased võhumõõgad, krookused, kollased ja punased tulbid. Kevade lõpul ja suve alguses muutub taimkatte iseloom: sibultaimede asemele tulevad hallid, tiheda karvkattega taimed — lõhnava salvei ja liivatee, mitmevärvilised hundihambad ja kollased maranad.

Juuli alguseks jõuab stepi taimkate täielikku õieehtesse. Sel ajal õitseb veel palju taimi, milledest esikohale tungib s t i p a ehk sulghein. Ta hallid, tuules lainetavad sulgjad õisikud annavad rohtlale omapärase ilu. Varsti evib stepp üksluist, kuid siiski luulelist kollakat värvingut, mida kohati katkestavad kirevärvilised rukkilillede, salveide ja kellukeste laigud ning tuhmrohelist rohtlapõõsad, mis üksikult üles kerkivad lainetavast rohumerest.

Suve teisel poolel hakkab see rohtla taimestik kõrvetatavate päikesekiirte käes hävima ning esikohale astuvad uued taimede tüübid — välimuselt tagasihoidlikud, vaevaltmärgatavate õi-

tega, kuid hästi kohanenud kuivuse ja põuaga. Need on mitmed pujude liigid. Kuivanud rohtlas kasvavad ainult vähesed taimed, enamasti kserofüütsed korvõielised; ilmuvad ka villjate kasvu-dega astrid, sinihallid pujud, paiguti kasvavad piimnõgesed jt.

Rõõmuta ja nukker on siis rohtla. Sompas-sinine taevast saadab kuumi päikesekiiri. Linnud vaikivad. Ainult rohutirtsud saevad ja siristavad lakkamatult. Aeg-ajalt tormavad üle rohtla teab kust tulnud kõrged pöörlevad sambad liiva- või mustmullakeeriseid. Nad haaravad maast kuivi rohukõrsi, keerutavad neid kõrgel õhus peeneks tolmuks ja puistavad neid rohtlapinnale tolmuviimana laiali. Kaugel silmapiiril virvendavad veekogud, udused metsad, imepärased siluetid ehitist... See on miraaž, õhupeegeldus. Tegelikuses aga piinab endist viisi otse põud ja kuumus.

Kultuursteppides on loomastiku esindajaiks peamiselt koduloomad ning teised kultuurmaistutega seotud metsikud väikeloomad. Pärastrohtlais, eriti Kesk- ja Lääne-Aasias on loomastik üsna rikkalik ja liikidelt mitmekesine. Rohtlate suurist imetajaist esinevad veel vähesel määral karjadena kulan (mets-eesel, levinud Kirgiisi rohtlast Loode-Hiinani) ja antiloodid Kesk- ja Lääne-Aasia rohtlais (saiga, džeirani). Põhja-Ameerika pampades näeb piisonit ainult looduskaitsealades. Iseloomulik on paljude närijate liikide rohkearvuline esinemine: hüpikhiired (alaktaaga), siislid, bobakid (marmotta), hamstrid elutsevad Euraasia steppides. Samas on veel vähesel määral säilinud suured trapid ja maapinnal pesitsevad stepikotkad.

## **5. Nahkjaslehiste igihaljaste metsade maastikud.**

Nahkjaslehiste igihaljaste metsade maastikud levivad neis lähistroopika- ja paraskliimavöötmete troopikalähedastes alades, kus on kuumad ja kuivad suved ning pehmed ja soojad sademetega talved. Palavaima kuu kesktemperatuur tõuseb selles alas +22° kuni 28° C, külmima kuu oma aga ei lange alla +2° C. Taimkattelisiks ilmendaajaiks neis maastikes on igihaljad tumerohelised nahkjaslehistes puud ja põõsad. Enamasti on nende puude ja põõsaste lehed väikesed ning kaetud paksu naha ja karvakestega. See on kaitseks

üleliigse veeaurumise vastu suures kuivuses. Ka kasvavad neis metsis ja põõsastikes puud ja põõsad hõredalt. Levinud on need metsad Vahemere rannikmaadel, nagu Lõuna-Euroopas, Põhja-Aafrikas, Lääne-Aasias, samuti ka Musta mere rannikul. Edasi leiame nahkjaslehiseid puistuid Kalifornias, Lõuna-Aafrikas ja Austraalia kagu- ning edelaosas.

Tüüpilisemaiks esindajaiks neis alades on sidruni-, apelsini- ja õlipuu-salud ja hõredad ning vähe varju andvad tamme-, küpressi- ja eukalüptusmetsad. Pinnaseliselt kehvemais või kliimaliselt kuivemais alades on laastatud metsade asemel kasvama jäänud võsastikud, nagu näit. m a k ja Lõuna-Euroopas. Paiguti on need võsastikud üleminekualaks metsast rohtlasse või kõrbe, näit. skrab Austraalias.

Kõik selle ala viljakama pinnasega madalikud, orud ja mägede nõlvadki on muudetud rohuaedadeks ja viljapõldudeks. Oieti polegi siin suurt vahet meie mõistes viljapõllu ja rohuaia vahel. Põllupeenrail kasvavad mooruspuud, mitmesugused viljapuud, nagu apelsini-, sidruni-, viigi-, mandli- jt. puud. Nende ümber väänlevad viinamarjapõõsa väädid. Puudevahelistel põlluribadel kasvatatakse aga teravilja. Nii valmivad siin lähistroopilise päikese kuumuses ja kunstlikus niisutuses ühel ja samal ajal mooruspuu lehed siidiusside toitmiseks, viinamarjad ja mitmesugused teised lõunamaised puuviljad ning teravili või mitmesugused juurviljad. Põllult saadakse siin kunstliku niisutuse puhul tavaliselt kaks lõikust aastas.

Et vihmavesi mägede nõlvadelt väärtuslikku mulda ära ei saaks uhta, selleks raiutakse mäenõlvadesse suured astmelised terrassid, mis kaetakse viljaka mullaga. Terrassi välisäärele on müür kaitseks ette tehtud. Nii kujunevad siin paiguti terrassmaastikud. Eriti iseloomustavad on need terrassmaastikud Lõuna-Itaaliale. — Ka elamute stiilis ja asulate asetuses maastikus on siin märgata hoopis teisi jooni kui näit. Kesk- ja Lääne-Euroopas. Maastikuliselt eriti silmapaistvad on Põhja-Aafrika ja Lääne-Aasia Vahemeremaade lamp- või poolkeraja katusega kivi- või savielamud. Nii kannab siin kultuurmaistu ühes tehismormidega omapärast orientalse kultuuri ilmet.

Nahkjaslehiste metsade loomastik on üldiselt sarnane rohtlate loomastikuga, siiski selle vahega, et siin on rohkem troopilisele, vähem aga paraskliimale omaseid loomade liike.

## 6. Kõrbede-vööde.

Kõrved levivad troopilisis, lähistroopilisis ja paraskliimavöötme kuivkliima-alades. Ilmeandjaiks on siin kalju- ja liivakõrved, mis paiguti vahelduvad soolakustepide ja oaaasidega. Oaasid levivad jõgede ääri pidi või ka põhjaveega pinnase alades. Oaaside silmapaistvaim taimkate on esindatud peamiselt datlipalmisaludena (Atlandi ookeanist Mesopotaamiani) ja papli-ribametsadena Kesk- ja Lääne-Aasias.

Eriti laialised kõrved levivad Vana-maailma lähistroopilises alas. Tarvitseb vaid meelde tuletada Sahara, Araabia, Iraani, Turaani ja Gobi kõrbi. Saadetuna äärealades kuivusrohtlatest ja savannidest, moodustavad nad siin laialise vöötme, mis haarab umbes  $\frac{1}{3}$  Aafrikast ja peaaegu kogu Lääne- ja Kesk-Aasia (vt. 64. joon.). Laialine kõrvelava levib ka Põhja-Ameerikas Colorado kõrgnõos. Lõunapoolkera kõrbedest on laialisim Sise-Austraalia kõrb, mis haarab ligi  $\frac{3}{4}$  kogu selle mandri pindalast.

Liivakõrved on peaaegu kõik inim- ja loomtühjad. Ainult ajuti läbivad liivakõrbi kaamelikaravanid või muud liiklemisvahendid. Kõrveliiklemine on seotud suurte raskuste, ohtude ja seiklustega. Suurimaks ohuks luidetekõrves on liivatormid.

Kuid ohtudele vaatamata ei jää moodne kultuurinimene kõrves siiski ainult abituks pealtvaatajaks. Aladesse, kus põhjaveed kättesaadavad, puurib ta sügavad kaevud, teisel juhul ta kanalite kaudu jõgede vee kõrvepinna niisutamiseks. Kus aga suudetakse anda kõrvepinnasele kosutavat niiskust, seal muutub maastikupilt lühikese aja vältel hoopis teiseks. Endine viljatu kõrvepinnas hakkab nüüd tootma riisi, puuvillapõõsast, mitmesuguseid troopilisi viljapuid ning teisi kultuurtaimi. Nii tekivad lisaks endistele kiduratele looduslikelele oaasidele laialised kultuuroaasid ning endine kõrvemaastik muutub kultuurmaistuks (vt. 81. joon.).

Kõrve loomastikus kohtame naabersteppide või savannide loomi, nagu gabelle, antiloope, häääne, närijaist eriti hüpikhiiri. Tähelepandavalt on esindatud, eriti Kesk-Aasias, roomajad: sisalikud ja maod. Koduloomadest esinevad oaasides hobused, lambad ja kaamelid. Kõrveliiklemisel on kaamel asendamatuks ratsuks. Oriendis (Põhja-Aafrikas ja Lääne-Aasias) on levinud peamiselt ühe küüruga, Kesk-Aasias ja Turaanis aga kahe küüruga kaamel.

## 7. Vihmahaljaste metsade maastikud.

Vihmahaljad metsad levivad troopilisis kuivkliima ja lähistroopilisis monsuunkliima valdkondades. Need metsad meenutavad veidi suvehaljaid lehtmetsi. Vahe on siiski suur: puude ja põõsaste liigid on hoopis teised ja nende lehise varisemine toimub kuival ajal, lehistumine aga vihma tulekuga. Kuiv aeg vastab küll tavaliselt meie talveajale, kuid lehise varisemise põhjuseks pole siin külm ega lumi, vaid vastupidi — liigne kuumus.

Vihmahaljad metsad ja põõsastikud on tavaliselt hõredad ja valgusküllased. Ses suhtes meenutavad nad parkmaastikke. Niiskuse vähesuse tõttu tungivad siin puude juured laiali, et vajalikku niiskust suuremalt pindalalt koguda. See tõttu kasvavad siis ka puud ja põõsad üksteisest eemal. Vihmasel aastaajal on puud rohelised ja maapind puude vahel katub lopsaka rohuga, mis paiguti kasvab inimesest pikemaks. Kuival aastaajal aga koltub ja kõrbeeb rohi, puud on raagus ning maastik omab poolkõrvelist kollakat ilmet. Üleminekualad vihmametsast kõrvele ongi paiguti päris poolkõrvelised. Kuid teiselt poolt toimub üleminek vihmametsalt troopilisele igihaljale metsale samuti märkamatu. — Aafrikas ja Aasias on vihmahaljad metsad tuntud savannide (vt. 65. joon.), Lõuna-Ameerikas, Orinoco madalmikus — ljaanode, Brasiilia siselavamaal — kampoode nime all. Aafrika savannide vahel, jõgede kaldaid pidi, kus põhjavesi on maapinna lähedal, levivad paiguti kitsad, paiguti aga ka laiemad igihalja metsa ribad. Need on tuntud riba- ehk galeriimetsade nime all. Ribametsa ja savanni piiriks on siin tavaliselt jõeoru järsud veerud ja astangud. Üleval orukaldal valitseb savann, all orulammil aga igihalja metsa padrik.

Vihmahaljad puistud, eriti Lõuna-Aasia monsuunkliima valdkonnas, on muudetud tihedalt asustatud kultuur- ja kasutusmaistuteks. Siin meenutavad maastikupildis omapärased ehitised ja muud tehismvormid erilist india kultuuri maailma. — Aafrika savannid ja Lõuna-Ameerika ljaanod ning kampoed kannavad rohkem rööv- ja kasutusmaistu ning paiguti ka laialistel aladel laasmaistu ilmet. Kliimaliselt tervislikumad ja pinnaseliselt viljakad alad on ka siin suhkruroo-, banaani-, kakao-, kummipuu- jt. istandike ning riisi-, maisi-, hirsi- jt. põldude näol eurooplaste poolt kultuurmaistuteks muudetud. — Omapära-



65. joonis. Savann kaelkirjakutega.

seks nähtuseks on Aafrika savannides neegrite poolt enne vihmaaja tulekut vana koltunud rohukulu põletamine. Põlenud rohukõrte tuhk on siin pinnasele väetiseks, aga ühtlasi hävitab tuli ka kahjulikke putukaid ja nende mune ning tõuke. Põlenud alad kattuvad siin varsti värske rohuga, teisel kasutavad neegrid neid alasid maisi, hirsu, maapähkli jt. viljade kõblaspõllundamiseks.

Savannide loomastik Aafrikas on vihmasel aastaajal veel üsna rikkalik. Siin hulguvad paiguti suured antiloope karjad segamini seebrade ja jaanalindudega. Teisel uitavad kaelkirjakute (vt. 65. joon.), gnuude, pühvlite jt. rohusööjate karjad või kohtame elevant, ninasarvikuid jt. troopilise ürgmetsa loomi. Rohusööjaid käivad joogipaikade lähedastes võsastikes varitsemas lõvid, pantrid, leopardid ning nende kannul ka väiksemad kiskjad, nagu šaakalid, hüäänid jt. — Lõuna-Ameerika karpode ja pampade rohusööjaist on mainida guanaakosid ja vikunjasid.

Vihmahaljaste metsade maastike koduloomadest on mainida Indias seebu-veiseid ja pühvleid, Lõuna-Ameerika ljaanodes,

kampodes ja pampades meie tavalisi veiseid, lambaid ja hobuseid ning kõrgmägedel ka kodustatud laamasid ja alpakasid. Aafrika savannide koduloomadest on tähtsamaiks lambad ja kitsed, paiguti ka sead. Veiseid ja hobuseid on siinseis troopilises savannides ainult mõnes üksikus paigas. Laiemas ulatuses takistab nende levikut tsetse-kärbes.

## 8. Troopiliste vihmametsade vööde.

Troopilised vihmametsad levivad ekvatoriaalses vihmakliimavöötmes. Ilmeandjaiks neis metsades on igihaljad laialehised puud ja põõsad. Nende puude ja põõsaste lehed on suured ning enamasti karvadeta, tume- või läikiv-rohelised. Vanade täiskasvanud lehtede varisemine ja uute lehtede asemelekasvamine toimub siin pidevalt aasta läbi, nagu meiegi okaspuudel. Samuti pole siin ka kindlat aega õitsemiseks. Ühed taimed õitsevad varemini, teised hiljemini. Nii toimub see aasta läbi. Seega võime siin igal aastaajal leida puud ja põõsaid õitsemas, samas aga ka näha valmimas ja valminud vilja. Seetõttu on troopiliste vihmametsade ilme aastast aastasse ühetooniline.

Lõuna-Aasias on need troopilised, tihedad ja paiguti koguni läbipääsematud pimedad ürgmetsad tuntud džunglite, Lõuna-Ameerikas, Amatsoonias aga selvade nime all (vt. 66. joon.). — Ürgmetsa 60—70 m kõrgused, siledate ja oksteta tüvedega puuhiiglasel on maapinnal küll üksteisest võrdlemisi kaugel, kuid nende vahet täidavad 20—30 m kõrgused tüsedad puud oma kroonidega ja nende all olev alusmetsa ning liaanide tihe rägastik moodustabki läbipääsematu padriku. Nii võime siin eraldada mitu taimesturinet. Kõrgeima rinde moodustavad eelmainitud hõredalt kasvavad puuhiiglasel, madalaima aga vähe valgust nõudvad ja maad mööda roomavad rohttaimed.

Eriti raskeks teevad liiklemise troopilises ürgmetsas liaanid. Liaanid väänlevad 5—30 cm jämeduste köitena spiraalselt mööda puutüvesid üles, viskuvad siin ühelt puukroonilt teisele või langevad noolsirgelt alla maa peale, kus jälle maosarnaselt väänlevad järgmise tüveni ja siis uuesti spiraalidena üles kuni ladvani, et sealt ilusate õiekobaratena ja kummaliste lehtedena rippuda allapoole. Risti nende rippuvate liaanidega põimuvad

puude harudele ja okstele või tungivad nende ihhu mitmesugused epifüüt- ja parasiitained, täites siin iga väiksemagi vaba ruumi.

Troopilisist ürgmetsist suurimaks ja oma ilmelt ka Vana-maailma ürgmetsist mitmeti erinevaks on Amatsoonia selvad. Kui Aafrika ja Aasia džungleid on nimetatud pimedaiks ja mür-



66. joonis. Selva Brasiilias. Puude ümber väänlevad liaanid. Puuksal näha kaks müraahvi.

giseiks, siis nendega võrreldes on Amatsoonia selvas „looma-lik-hirmus“. Jaaguarid, puumad, kuni 6 m pikkused suured maod, krokodillid, ahvid, papagoid, koolibrid, mitmevärvilised kirjud liblikad, termiidid, sipelgad, orhideed, liaanid, palmid ning muud hiigelpuud — see on Amatsoonia selva, ürgmets, mis on mõõtmatu ja lõputu, pindalalt peaaegu niisama suur kui Euroopa. Selle ürgmetsa oluliseks ilmeandjaks ja elusoneks on maailma veerikkaim jõgi, Amazonas oma lisajõgedega. Suurte troopiliste vihmade ajal tõuseb vesi Amazonas es ja tema lisajõgedes kaugele üle kallaste. Umbes 9 kuud aastast on suur osa selvast veega üle ujutatud. Seetõttu on siin soostunud selvade kliima eurooplasile eriti ebatervislik.

Ka Vana-maailma troopilised ürgmetsad on suuremas osas inimesest veel mõjustamata. Troopilises palav-niiskes ning ini-

mesele ebatervislikus kliimas on taimekasv seevõrra lopsakas ja kiire, et siin inimene taimkatet kultuurmaistute loomise mõttes praegusajal veel vähe suudab mõjustada. Rohkem on siin tunda inimese kätt rööv- ja kasutusmaistute näol kautšuki, värvilise puidu jne. hankimisel. Ainult mägistes alades, kus kliima ter- vislikum ja eurooplasile sobivam, nagu Lääne-Aafrikas, Indo- Hiinas, Jaava saarel, Ees-Indias jm., on suudetud luua laialisi kultuurmaistuid banaani-, kakao-, teepõõsa-, kautšuki- jt. istan- dike ning riisi-, ananase- jt. põldude näol.

Omapäraseks nähtuseks on madalad põõsaspuulised mangroovimetsad, mis kasvavad troopilise vöötme ma- dalatel soostunud randadel ja suuremate jõgede suudmealadel. Iseloomustavaks on sellises metsas kõrged vihmavarjutraatide- taolised õhujuured. Tõusuajal on need õhujuured suuremalt osalt vees, mõõna ajal aga õhus. Nende juurtega kinnituvad puud pehmesse porri. Paiguti on see juurestik seevõrra tihe, et takistab maabumist. Laialt levinud on mangroovimetsad Malai saarestiku ja Lääne-Aafrikas Guinea randadel, kus nad moodustavad ürgseid laasmaistuid.

Troopiliste ürgmetsade loomastik on väga rikkalik nii lii- kide kui ka isendite arvult. Lõuna-Ameerika selvade loomas- tikust oli meil juba eespool juttu, samuti ka Aafrika omast sa- vannide puhul. Siinkohal mainime lisaks veel troopilise vöötme jõgedes elutsevaid krokodille, jõehobusid jne., ka puude otsas elutsevaid mitmesuguseid ahve. Inimahvidest on Aafrikas mai- nitavad gorillad ja šimpansid, Malai saarestikus — oranguu- tanid.

## 9. Lähistroopiliste igihaljaste vihma- metsade maastikud.

Lähistroopilised igihaljad vihmametsad levivad lähistroopi- lise vöötme suvevihmadega rannikualades, nagu Jaapani saa- restikus, Kagu-Hiinas, Põhja-Austraalias, Kagu-Brasiilias, Flo- rida poolsaarel, Musta mere kagurannikul Kolhises (Lõuna- Kaukaasias) jm. Nendele metsadele ilmeandjais on igihal- jad leht- ja okaspuud ning -põõsad. Nende puude ja põõsaste lehed on karvadeta ja helerohelised ning asetatud risti päikesekiirte suhtes. Iseloomustavamaiks on selles alas

loorberipuu-, elupuu-, araukaaria-, jugapuu- jt. metsad ja võsastikud. Neid metsi nimetatakse teisiti ka „loorberipuistuteks“.

Ka neis metsis, kus nad kannavad veel puutumatuset ilmet, on taimekasv peaaegu niisama tugev kui troopilises ürgmetsas. Ka neis metsis kasvavad mõned puud 5—8 aasta vältel 10—15 m kõrguseks. Jaapani pilliroog kasvab näit. viie nädalaga mõnel pool kuni 6 m kõrguseks. Ka neis metsis moodustavad üksteise kõrval kasvavate puude kroonid tiheda metsakatuse, millest päikesekiired vaevu suudavad läbi tungida. Samuti on ka siin puud kuni ladvani kaetud mitmesuguste liaanidega. Liaanidena väänlevad metsikud viinamarjapuud ümber suurte puude ja ronivad vääneldes mööda puude tüvesid üles luuderohud, kattes puid nagu roheline linikuga. Suurte puude vahelised laigud on kaetud mitmesuguste igihaljaste ja okkaliste põõsastega, kus paiguti esikohale tikuvad rododendronid, loorberkirsipuud, viirpuud jt. Paiguti on need põõsastikud seevõrra tihedad ja paksud, et siit saab läbi pääseda ainult kirve abil. Sellise tiheda padriku all puuduvad ka rohttaimed peaaegu täiesti. Harva on näha mõnd sõnajalga, mis siit põõsaste vahelt end paari meetri kõrgusele üles on võidelnud. Teisal on näha sõnajalgu kasvamas kõrgeil puul, nagu troopilises metsas. — Neis alades, kus kuivusaeg pikem, nagu Austraalia rannikmaadel, on suur mets hõredam. Alusmets mitmesuguste sõnajalaliste puude ja põõsaste näol on aga niisama tihe ja läbipääsematu kui niiskemaiski paigus.

Et lähistroopilises vöötmes toimub taimede öitsemine ja viljakasvamine sesooniliselt, nagu paraskliimavöötmeski, siis on lähistroopilised metsad igihaljusele vaatamata oma ilmelt palju vahelduvamad ja huvitavamad kui troopilised ürgmetsad. Eriti tähelepanuväärne on see kevaditi, kui siin puud ja põõsad on täies õieehtes. Siis on need metsad troopilisest metsast võrratult huvitavamad ja ilusamad.

Ürgmetsi on aga lähistroopilises vöötmes võrdlemisi vähe järele jäänud. Need, mis veel alles, on peamiselt mägistes või ebatervisliku kliimaga soostunud alades. Kõik parema pinnase ja sobiva kliimaga alad on juba ammust ajast alates muudetud kultuurmaistuteks. Siin levivad tasandikel, orulammidel

ja mägede nõlvadelgi suhkruroo-, teepõõsa-, mooruspuu-, puu-  
villapõõsa jt. istandikud, mis paiguti vahelduvad viljaväljade ja  
lõunamaiste puuviljaaedadega.

Omapäraseid ning ainulaadseid kultuurmaastikke kujunda-  
vad Kaug-Idas Hiina ja Jaapan. Siinsed ülitihedalt asustatud  
alad meenutavad laias ulatuses „aedmaastikke“ (vt. 82. joon.).  
Ja kas ongi siinsed põllud meie mõistes palju muud kui aia-  
peenrad! Ning peamiseks põllutööriistaks on siin labidas ja  
kaevamishark, nagu meie aiaski. Samuti nagu meie juur-  
vilja- ning kaunvilja-peenral, hoolitsetakse ka Jaapanis ja Hii-  
nas iga viljataime eest üksikult. Mitmes muuski suhtes on  
siinsel maastikupildil sarnasust aedadega. Nii on ka siinsed  
elamud väikesed ja tavaliselt vaheseinteta, ahjudeta ja korst-  
nata, nagu meie väikesed aiamaajakesed. — Omapärase ja  
ainulaadse ilme neile aedmaastikele annavad aga vanad Hiina  
ja Jaapani templid oma sissepoole nõgusate ja äärtest üles-  
poole keeratud mitmekordsete katustega. Samuti väga oma-  
pärane ja ainulaadne on vanahiina linnade ilme ja eriti  
tänavapilt.

Mis puutub lähistroopiliste igihaljaste vihmametsade loo-  
mastikku, siis laantes on ta samane, mis mujalgi lähistroopika-  
vöötmes. Koduloomadelt on aga siinsed kultuurmaastud üsna  
kehvad. Ja egas mujalgi maadel ole aedmaastikes kuigi palju  
ruumi ja toitu suurtele koduloomadele, ammuks siis veel Hiinas  
ja Jaapanis.

## 10. Kõrgmägede taimistud.

Eespool tutvusime maastikuliste vöötmetega, mis levivad  
horisontaalselt, s. o. geograafilise laiuse suunas. Samasugu-  
seid taimkattelisi maastikuvöötmeid leiame kõrgmägedes verti-  
kaalsuunas, s. o. mägede nõlvu pidi ülespoole tõustes.

Igas kõrgmäestikuis algavad taimkattelised kõrgusvöötmed  
sellise taimestikuga, mis vastab selle mäestiku horisontaalsele  
asendile. Nii näit. algavad troopikavöötme kõrgmägede taim-  
kattelised vöötmed mägede-vahelistes alumistes orgudes troo-  
piliste ürgmetsadega. Kõrgematel nõlvadel muutuvad need met-  
sad sademete rohkusest või kehvusest olenevalt kas igi- ja suve-  
haljasteks leht- ning segametsadeks või savannideks, rohulateks  
jne. Nendest kõrgematel nõlvadel levivad tavaliselt okasmets-  
sad. Okasmetsist kõrgemal kasvavad kääbuspõõsastikud ja su-

viti rohuga kaetud alad, nn. „alpi aasad ja murud“. Need kuuluvad alpiinsete taimistute alla. Horisontaalsete maastikuliste vöötmete reas vastavad alpiinset taimistud tundravöötmele. Alpiinseist taimistuist kõrgemal levivad paljad kaljud ja igilume- ning firniväljad jääliustikkude algusega. Need alad vastavad kalju- ja igilumekõrbedele.

## X. Inimkonnast.

### 1. Inimeste levimine.

Ligi 2<sup>1</sup>/<sub>4</sub> miljardit inimest asustab Maad. Praeguste tehnikliste ja teaduslike vahendite kasutamisel poleks paika maakera pinnal, kuhu inimene ei võiks tulla elama. Praktiliselt on aga suuri veel asustamata alasid mandritel, mida vaid sportlastest, õpetlastest ja tehnikutest avastajate jalg ajutiselt riivab.

Esiteks on polaarmaist suured jää- ja lumepiirkonnad täiesti inimtühjad: Antarktise manner, Gröönimaa põhjaosa ja sise-maa. Põhja-Ameerika ja Euraasia arktilistel saartel leidub vaid üksikuid pärismaalaste peatuspaiku loomapüügiks ja valgete rahvaste vaatlus- ning raadiosaatejaamu. Teiseks on kõrgmäestike firni- ja jääalad, kaljunõlvakud, harjad ja rusukalded asustamata; kokku moodustab see tunduva osa maismaast.

Kõrved läbivad Vana-maailma Atlandist kuni Ida-Aasiani, evides laialdasi elukõlbmatuid piirkondi. Kogu asustatud osa maismaast nimetatakse maakera oikumeeniks (asustatud maailm), kogu asustamata osa maismaast aga maakera anoikumeeniks.

Asustatud osa, oikumeen, sisaldab 4 tihedaimalt rahvastatud ruumala, kust peamiselt inimesi juurde tuleb ja mujale maailma laiiali valgub. Vana-maailma kolmest keskusest asetseb üks Kesk- ja Lääne-Euroopas, kus rannikupiirkonnis rahvatihedus tõuseb üle 200 inimese km<sup>2</sup> kohta. Ees-India on teine keskus — tihedaim ala on Brahmaputra—Gangese madalmiku osa, mida nimetatakse Bengaaliaks. Kolmas keskus asetseb Ida-Aasias, Hiina suurtel jõemadalmikel.

Kolme Euraasia tuumala 4—6 milj. km<sup>2</sup>-l elab <sup>1</sup>/<sub>3</sub>—<sup>2</sup>/<sub>3</sub> miljardit inimest, keskelt läbi üle 100 inimese km<sup>2</sup> kohta; 65% inimkonnast asustab kõigest 8% maismaast.

Neljas keskus asetseb Uus-maailmas, Mississipi ja Atlandi vahel, Suurtest järvedest lõunas. Siin elab 100 milj. inimest.

Neist inimkonna koonduspaikadest väheneb elanikkonna tihe-  
sus äärte poole. Kõige hõredamalt asub inimesi tundrate ja suurte okasmetsade, taigade vöötmeis ning lähistroopilises kuiv-  
rohtla- ja kõrvevöötmes. Isegi ülilopsakas troopiline vihmamets, nagu Amazonase jõgikonna selvas, osutub inimese paljunemisele ja levimisele ebasoodsaks. Parasvöötmete parassooja ja vahemere-kliima valdkond on inimsoo levimisele ja kultuuride tärkamisele kõige sobivamaks osutunud. — Mõeldes sellele, ker-  
kib keelele küsimus: Mis põhjustas inimsoo nii laiialdast levikut Maal ja oikumeeni nii ebahühtlast asustustihedust?

Inimsoo nii laiialdase leviku peapõhjusi on esiteks rassi-  
line eristumine ühenduses rassilise kohastumisega ja teiseks — kultuur.

Oikumeeni nii ebahühtlase asustustiheduse peapõhjuseks on tema maade seal parem, teisel halvem sobivus inimelu toitumis-  
vajaduse rahuldamiseks.

**Kultuur.** „*Cultura*“ tähendab ladina keeles põlluhari-  
mist. Põlluharimisest on alanudki igasugune areng kõrgemale kultuuritasemele. Praegu on „kultuuri“ mõiste ulatuslikum: mitte üksnes ainelised töösaavutised (elamu, riietus, toit, töö-  
riistad jne.), vaid ka vaimset laadi hüved (usk, keel, kunst, tea-  
dus, õigus ja tavad, ühiskonnakorraldus) moodustavad ühes-  
koos kultuuri.

Kultuuriobjektid kuuluvad kahte kategooriasse.

Kultuuri praktiline osa, kõik elutarbed ja elukorraldused, mis kvantiteedina mõõdetav ja mille järgi tavaliselt kultuuri kõrgust hinnatakse, on mõeldav eraldi — tsivilisatsiooni nime-  
tuse all — kultuuri vaimsest osast.

Vaimsesse sfääri kuuluvat osa kultuurist, avaldugu see ma-  
teriaalselt või mitte, mis kvaliteedina pole mõõdetav, nimeta-  
takse sageli ainuüksi kultuuriks, mõistagi kitsamas mõttes. Raske on neid kultuuri mõlemat ala teravalt lahutada. Nad ei arene sugugi käsikäes. Kus pearõhk lasub elu praktilisel küljel, nagu P.-Am. Ühendriiges, on eluvahendite produtseerimine kul-  
tuuri ilmendajaks; seal toimub kultuuri hindamine tsivilisatsiooni mõõdetavate saavutiste järgi. Loodusrahvaste juures vastupidiselt kultuuri vaimsed väärtused sageli üllatavad uuri-

jat selle ainelise vara kõrval, mis talle tühisena paistab. Olgu näitena toodud tõsiasi, et veel laostumata loodusrahvad on moaraali arengus tsivilisatsioonirahvaist üle. Kahtlemata on see väärtus omaette, ehkki see iga kord karakterikindlust ei tähenda. Pole rahvast ilma kultuurita. Ka kõige algelisemad senituntud rahvaist, kubud (Lõuna-Sumatral) omavad mõningat sugemelist kultuuri.

**Polaareskimod Smith'i väina ümber.** „Karm loodus sunnib polaareskimot vahetpidamata olemisvõitlusse ja õpetab teda ruttu võtma elu praktilisest küljest, teiste sõnadega mõtlema: elamiseks vajan eeskätt toitu! Ja et toiduhankimise viis, küttimine, on tema suurimaks kireks, siis võib õigusega öelda, et ta elab õnnelikult ja on rahul saatuse poolt talle antud osaga. Ta sünnib omadustega, mis elukutsele tarvilikud, ja püügiriistade meisterliku käsitlemise õpib ta kasvuaegadel, mängides. Tuleb päev, mil ta võib oma võimeid võrrelda täiskasvanute omadega. Siis ta võtab naise ja astub jahimeeste ridadesse. Kelk ja kajak — neile on rajatud tema töö. Kuna kelku saab iga-aastase loomapiüügi puhul tarvitada 10 kuud aastas, lubab karm kliima vaid lühiajalist kajaki kasutamist, sest suvi ei kesta rohkem kui juuli lõpust septembri esimeste päevadeni.

Kajakilt püütavad loomad on vaalhobud, narvalid, valgevaalad, habehülged ja fjordihülged. Ka linde püütakse suurejooneliselt. Lindudest etendavad algid suurt osa eskimote majapidamises, sest igaüks, kel vähegi energiat, võib endale koguda talvise tagavara. Pealegi võib väikestest pehmetest linnunahkadest valmistada alusrõivaid.

Septembrikuu lõpul, kui fjordid ja lahed kattuvad jääga, algab jaht jää peal: püütakse hülgeid ja vaalhobusid. Hüljes harpuunitakse suure osavusega läbi väikese õhuava, mis pole harpuuniteravikust laiem. Vaalhobu püük kestab novembrini: seni too loom jõuab veel purustada jääd oma kolbaga, et pärast sügavat sukeldust merepõhja — karploomade otsimiseks — jälle õhku hingata.

Sügisel on vaalhobud lihavad ja rasvased, seepärast tähendab nende püük rohkem kui hülgepüük. Peab ju eskimo suurema osa talvest toituma tagavaradest ja lisaks kelgukoeri söötma, keda mõni mees omab kuni 20 tükki.

Jaht, mida eskimo kõige kõrgemaks hindab, on karujaht. Kõige rohkem kord ühelt vanalt mehelt: „Ütle mulle, mida pead

kõige suuremaks rõõmuks oma elus?“ Ta vastas: „Üle värskete karujälgede sõita ja kõigist kelkudest ees olla.“ Vaevalt on päikesevalgus saabunud ja juba mehed, kel liha on külluses varuks, et oma naist ja lapsi üksinda jätta, sõidavad kuudeks karujahile. Ja üheainsa kahevõitluse eest harpuuniga unustatakse kõik need pikad rasked retked, mis suurele silmapilgule eelnesid.

Maist juulikuu keskpaigani tuleb aeg, mil hülged jääle ronivad ja lebavad kevadises laiskuses päikesepaistel. Siis eskimo hiilib neile ligi ja harpuunib, enne kui nad jõuavad õhuaukudesse libiseda. Selle jahi puhul kasutatakse nüüd juba kõikjal püssi.

Jäneseid on mitmes maakohas rohkesti. Nende liha hinnatakse ja nahad kõlbavad sukkade valmistamiseks.

Naiste ülesanne on mehele rõivaid õmmelda ja neid korras hoida, mis pole vähem tähtis kui igapäevase liha hankimine. Ega polaareskimo muidu ütle, et mees on kütina see, mis naine temast teeb. Õnneks varustavad loomad neid maailma kõige soojemate karusnahkadega. Ihule tõmmatakse esiteks kerge, kuiv ja pehme linnunahkne särk, suled sissepoole, selle üll käib kevadest sügiseni hülgenahkne vammus karvadega väljapoole. Talvel see vahetatakse sinirebasekasuka vastu, mida kantakse, karv väljapoole: kindlasti kõige kergem ja soojem rõivastis maailmas. Jalga tõmmatakse karunahast püksid, mis ulatuvad poole sääreni. Kenadest valgetest, pakase käes pleegitatud karvata hülgenahkadest valmistatakse säärsaapad, mis vooderdakse polaarjänese pehmete nahkadega.“

Knud Rasmussen, „Polaarinimese kodumaal“.

Uurides eskimote ühiskondlikku elu ja kombeid, Rasmussen jõuab otsusele, et karmid elutingimused on neilt nõudnud omapärast elukorraldust, mida võiks nimetada looduspäraseks kommunismiks. Näit. ei peeta talveelamut, poolenisti maasse kaevatud, kividest, mullast ja samblast kumeronni, kellegi jäävaks omandiks. Et end varustada kõigi tarvilike loomanahkadega, tuleb aeg-ajalt eluaset vahetada: näit. jääkarude-rohkest ümbrusest rännatakse paikadesse, kus leidub rikkalikult sinirebaseid ja polaarjäneseid, ja ümberpöörduvalt. Siis jäetakse endine talveelamu maha mõnele järgnevale perekonnale.

Suurte loomade püügi puhul abistavad kütti kõik asula elanikud, aidates looma hoida või liha kanda. Selle eest igauks,

kes käed külge paneb, saab osa saagist. Sellise korra juures ka nõrgematel perekondadel pole karta ilmajäämist või puudust vajalikust tagavaralihast ja nahkadest.

**Rass.** Inimelu alistub üldistele seadustele, millede selgitamine on bioloogide ülesanne. Tavaliselt esinevad taime- ja loomaliigid mitmes, vahel paljudes vormides; neid vorme või teisendeid nimetatakse alaliikideks ja varieteetideks, kodustatud loomade puhul aga — tõugudeks ja kultiveeritud taimede puhul — sortideks. Nii pole siis ka inimsoo tõuguerikkus midagi eriskummalist, vastupidi — igati loomulik ja oodatav nähts tema suure leviku juures.

Kodustatud taimedel ja loomadel, nagu Ch. Darwin märkis, ilmneb kalduvus õige sagedaseks varieerumiseks. On võrdlemisi hõlpus aretada uusi kultuurtaimede sorte ja uusi loomatõuge. Inimene aga on ise enda kodustanud. Seepärast on täiesti võimalik ja loomulikki, et kultuuri areng soodustab inimsoos üha suurenevat varieerumist.

## 2. Inimkonna rassiline kujunemine.

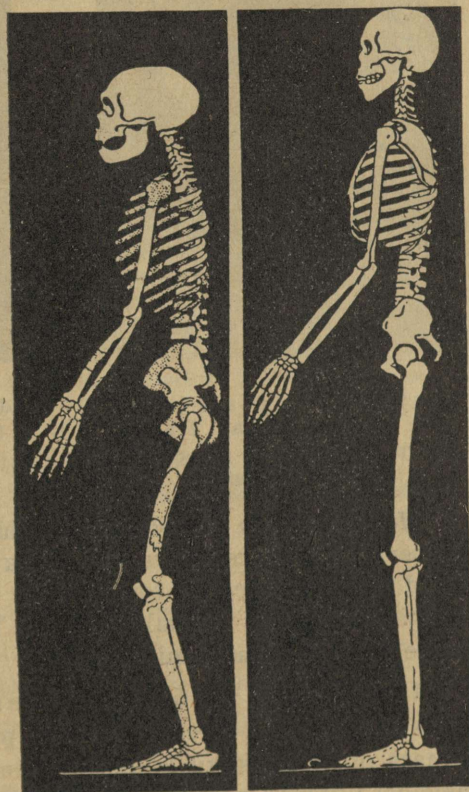
**Päritolu.** Teadus on inimesekssaamise loosse niipalju suutnud valgust heita, et võib väita inimesi ja inimahvilisi (antropoide) ühest tüvest võrsunud olevat. Nende ühiskodu on olnud kuski Vana-maailma troopikavöötmes, tõenäoselt ürgmetsas.

**Inimesekssaamine.** Lahkumine antropoidseist esivanemaist algas irdumisega puuelust, milleks sundis sisemine aje, võib-olla ka välised põhjused: kliima halvenemine jääajastiku alguses tõi kaasa metsa hõrenemise ja taandumise ekvaatori poole, mis sundis antropoideid esivanemaid toidulisa otsima maapinnalt. Uueks toidulisaks võisid algul olla mugulad, seened, juured ja ka loomad (putukad, kahepaiksed). Maapinnal liikumine muutus püstijalu käimiseks, sellega kaasus aju arenemine. Abitu olend harjus pikapeale maapinnalise eluviisiga ja, loobudes metsaturbest ja -toidust, siirdus ta metsaservale, sealt savannidesse ja rohtlaisse elama.

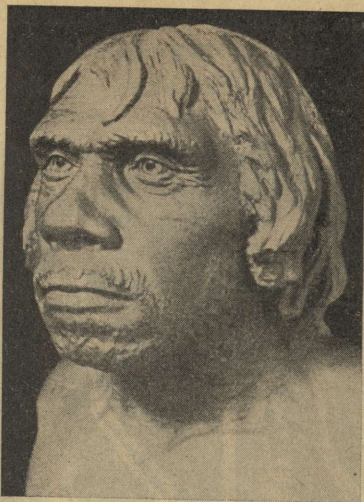
**Areng.** Kindlaid, luuleidudega tõestatud andmeid on inimsoo hilisemast arengujärgust, „antropos'e“ staadiumist. Antropos oli levinud eelviimasel, kolmandal jääajal ja sellele eelnenud keskmisel, suurel jäävaheajal Vana-maailmas. Jaaval, Hiinas ja Aafrikas avastatud luujäänused osutuvad sarnasele inimtübile kuuluvaiks, kelle esindajat Euroopas Heidelbergi inimeseks nimetati. Antropos oli kultuuri alal jõudnud tule tarvitamiseni. Teravaservaliste kivide abil kaevati juuri ja mugulaid välja või tükeldati juhuslikku lihatoitu.

Antroposest arenes inimene tema ürgkujul — ürginimene, *Homo primigenius*. Ta elutses viimisel jäävaheajal ja viimse jääaja algupoolel Vana-maailma kõikidel mandritel. Primigeeniuse tüüpi inimest Euroopas nimetatakse Neandertali inimeseks — esimese sellelaadilise leiu järgi. Pole võimalik sellest tüübist tuletada ühtki elavat tõugu, ehki ta välimuselt oli kindlasti pigemini europiidne. Ka nüüdisaegsed austraallased mõjuvad neegrite ja mongolite kõrval europiidseina. Kultuurisaavutistest mainitagu puuriteraviku-taoliste kivitükkide kasutamist, arvatavasti kehakatte valmistamisel loomanahkadest, ja surnute matmist.

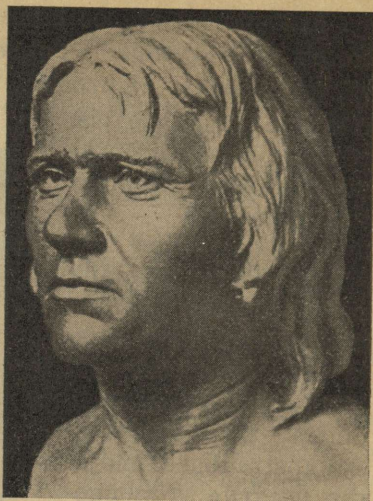
Pärast viimset jääaega levis üle maailma arenenum liik inimesi, *Homo sapiens*. Ta ilmus Euroopasse juba viimse jääaja lõpupoolel mitme selgesti kujunenud tõuga, mis kõik praegusest inimesest mitmes suhtes erinevad ja lasevad oma päritolu aimata Neandertali esivormist. Need rassid ühendatakse seepärast alaliigiks *Homo sapiens diluvialis* (näit. Crô-Magnon'i tõug).



67. joonis. *Homo primigenius* ja *Homo sapiens*. Luukere võrdlus: ürginimese kolbal oli suurem ajumaht; selgroo kaela- ja vööosa oli väiksema kõverdusega, hoiak teissugune: pea ettepoole, jalad põlvest kõverad.



68. joonis. Ürginimene  
(neandertallane)  
viimse jääaja alguses.  
Rekonstruktsioon.



69. joonis. Crô-Magnoni  
tõugu mees jääaja  
lõpul. Rekonstruktsioon.

*Homo sapiens diluvialis* oli kalur ja kütt; kivi kõrval oli tarberiistade materjaliks ka luu ja sarv. Leiutas vibu ja oda. Meid haarab praegugi tema ürgne väljendusjõud, millega ta koopamaalinguis loomakarakterit kujutas, — kindlasti rituaalse tähendusega toiming.

**Jääajastu mõju inimesetõugude kujunemisele. Inimesetõugude pearühmitused.** Kahtlemata on jääajastiku kliimavaheldused jäätumisel ja jäävaheaegadel ühtaegu sundinud inimesi kehvalt elupaiku vahetama. Mannerjää levimise mõjul nihkusid parasvöötme kliimavaldkonnad ekvaatori poole kokku: selle tulemusena hakkasid suvehalljad metsad põhjaosas hõrenema, kidunema ja lõuna poole, Vahemeremaile levima. Vahemeremaade taimestik aga rändas Põhja-Aafrika alale. Sahara, Araabia, Iraani, Loode-India kõrve- maadele tähendasid jääajad vihmarikkamate perioodide tulekut ja rohtla levimist; neil aegadel võisid rännakud toimuda läbi praeguste kõrve- maade. Inimesed rändasid rühmades lõunasse, taandudes mannerjää eest; vastupidavam osa neist jäi aga en-

diste elupaikade ligi. Nii eraldusid üksteisest tõusugemete poolt lahkuminevad inimestegrupid, kes seni koos ja segamini elutsesid. Eraldatult toimus kohastumine kiiremini ja kujunesid välja uued inimesetõud.

Jääaegadel katkes ühendus mitme väga avara eluruumi vahel. Vana maailma noorte kurdmäestikkuude ahelikud moodustasid tollal pidevalt jäätunud võotme, mis Kesk- ja Ida-Aasiat lahutas muust maailmast. Selle ruumi inimkond võis sadu tuhandeid aastaid väldanud eralduses kujundada tõurühma, mida kollasenaahaliseks, karedajuukseliseks, mongoliidseks tõuguderingiks nimetatakse. Indo-Euroopa ruumis arenesid käharajuukselised, heledanaahalised europaanidid jääaja kliimaolude ja henemise mõjul. Sellest ruumist varakult troopikavöötmesse (Indoneesiasse) siirdunud inimesterühmad kujunesid australiidide tõurühmaks, millest viimse jääajastu vältel osa rühkis Austraaliasse [oli ju jääajal maailmameri niivõrra alanenud (ligi 100 m), et Malai saarestik liitus Kagu-Aasiaga üheks maaks, mis Austraaliat peaaegu riivas]. Mustanahasus on troopikate tingimuses tekkinud. Inimesterühmad, kes pole üldse vihmametsadest välja tulnud, on metsaeralduses kääbuslikeks muutunud, teiste õpetlaste arvates kääbuslikeks jäänudki. Teised aga, kes varakult lahkusid ängistavast vihmametsast, saavutasid tähelepandava kehalise arengu ja eristusid mitmeks kohalikuks mustanahaliseks tõuks.

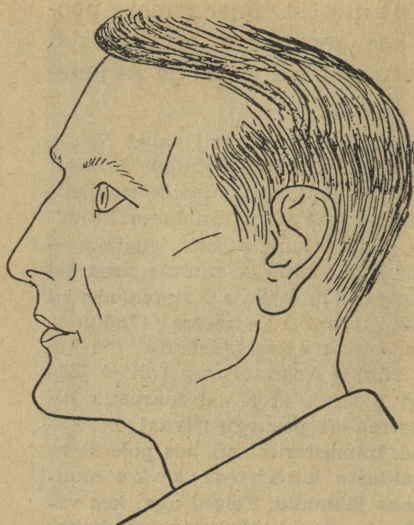
See on üks katsetest selgitada inimkonna rassilise kujunemise keerdkäike viimse jääaja vältel ja hilisemal ajal. Sellelt vaatekohalt võib inimkonda rühmitada neljaks peatõuguderingiks.

- |  |             |
|--|-------------|
| 1. Europiidid — enamasti heledanaahalised              | } — kähara- |
| 2. Australiidid — tumedanaahalised                     |             |
| 3. Negriidid — mustanahalised — kräsusjuukselised      |             |
| 4. Mongoliidid — kollasenaahalised — jäigajuukselised. |             |

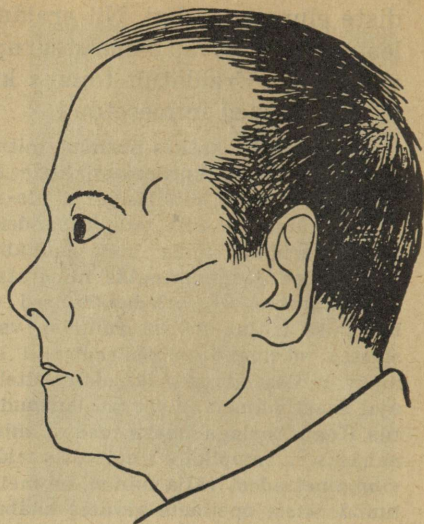
### 3. Inimkonna tõuline vaatlus.

Igäüks noist neljast pearühmast koosneb mitmest tõust ja alatõust, mis asjaolu inimsoo kehatüüpide ja nägude rohkust aina suurendab.

**Käharajuukselised.** Nendel tõugudel on peajuus pikk ja peen, lainjas või kähar, pruunja helgiga. Habemekasv on lopsakas, samuti kehakarvasus tähelepandav. Näoreljeef tugev. Kehasuurus 1,65 m ja üle selle. Kujult saledavõitu inimesed.



70. joonis. Põhjatõug.



71. joonis. Alpi (ida-) tõug.

**Europiidid** on teaduslikult kõige paremini uuritud tõuring. Niihästi rassi kui kultuuri poolest peetakse kõige primitiivsemaks rahvaks ainosid, kes elavad Jesso ja Sahhalini saarel.

Tähelepandavaim haru europiide asustab Euroopat; ta jaguneb 5-ks alatõuks.

Põhjatõug (70. joon.) on heledanahaline ja kõrgekasvuline; tugevasti tahapoole arenenud kuklaosaga, mis teeb kolju kuju pealt vaadatuna hästi piklikuks. Kahtlemata julge hakkamisega, organiseerimisandega ja loova kujutlusvõimega. Võrdlemisi puhtalt hoidunud Skandinaavias ja Islandis.

Vahemere tõug on niisamuti pikapealine, kitsanäoline ja ahtaninaline, kuid pruunide silmadega, pruunja nahavärvuse tooniga ja keskmise kasvuga. Väga elavad, tujukad, ilumeelsed. Võrdlemisi puhtalt hoidunud Lõuna-Itaalias, Ibeeria poolsaarel, Lõuna-Prantsusmaal.

Alpi tõug (71. joon.), lühipealine, laianäoline, tõmbininaline, pruunisilmaline. Töökas, kokkuhoidlik, umbusklik; väikekodanlik.



72. joonis. Dinaari tõug.



73. joonis. Armeenia tõug.

Dinaari tõug (72. joon.), kel näib olevat mõningaid ühiseid rassisugemeid armeenia tõuga (näit. tagapea). Vaprus, muretus, musikaalsus on iseloomustav.

Ida-balti tõug, mõningal määral alpi tõu sarnane, kuid heleda silmade värvusega. Raskemeelne, visa, nõrga otsustusvõimega.

Aafrika põhja- ja kirdeosa ja Ees-Aasia suures ruumis on levinud 3 europiidset tõugu.

Armeenia tõug (73. joon.), järsu kuklatagusega, kitsapealine; tume juus, lihav nina ja sageli kaval näoilme ilmestavad seda tõugu, kelle leviku tuumalaks on Armeenia mägismaa, Süüria ja Lõuna-Kaukaasia.

Orientaalne tõug, kitsa kullininaga ja näoga, tumedate mandeljate silmadega, saleda kasvuga, levinud Araabia poolsaarel.

Hamiidi tõug. Väga pika ja saleda kasvuga, pikkade ja kitsaste käte ning jalgadega, pika ja kitsa kolbaga; karja-



74. joonis. Lainjas-juukseline aust-raallane.



75. joonis Kräsusjuukseline neeger Lääne-Aafrikast.

pidajad — poolkolijad ja kolijad Ida- ja Põhja-Aafrikas (somaalid, gallad, etiooplased). Segunenud neegri tõuga, on nad Sudaanis väga levinud sõjakate rahvastena (fulbed, haussad).

**Australiidid.** Nende lai nina, väljaulatuvad kulmukaared, lauge laup on ürginimeslikud tundemärgid (joon. 74). Keha on sale ja euroopaliselt proportsionaalne. Nahavärvus pruunjas-punane kuni hallikasmust. Erksad ja taibukad rahvad, kellele kultuuriaste vastab noorema kiviajastu kultuurile, nagu austraallastel, või on veel madalamal, nagu kubudel. Peale austraallaste, keda hindamisi on vaid 40 000 inimest, kuulub siia troopikametsades elavaid väga primitiivseid, väikese kehakasvuga rahvaid: veddad Tseilonil, kubud Lõuna-Sumatral jt.

**Kräsusjuukselised. Negriidid.** Evivad laia nina, lauet laupa, etteulatuvat suuosa, pundunud huuli; nahavärvus on neil tumepruun kuni hall-must, kräsus juus kasvab kas tortidena nagu stepirohi või katab peanahka lünkadeta (joon. 75).

a) Negriidset kääbustõugu esindavad mitmed Vana-maailma troopikametsades elutsevad rahvad; nende spiraalne juus kasvab tortides, habe hõre, kehakõrgus 1,4 m (nai-

sed tublisti lühemad), käed ja jalad suhteliselt lühikesed. Osavad kütid ja püünistepanijad. Osa neist elutseb Aafrikas, Kongo metsades ja Lõuna-Aafrika rohtlais (hotentotid ja bušmannid), kokku ligi 100 000 inimest. Kagu-Aasias elavaid tumedanahalisi pügmeesid nimetatakse negriitodeks. Hiljuti avastati Uus-Guinea sismaal kääbusrahvaid — tapirosid jt. Ka tasmaanlased, kellede viimne naisesindaja suri 1905. aastal, kuulusid tõuliselt siia rühma, nende kultuur on olnud vana-palaoiitiilise kultuuri tasemel.

b) Kohalikud troopilised tõud. Siia kuuluvad neegrid, melaneeslased ja segatõuks arvatud 60 milj. draviidi. Aafrika neegrid on keskmist kuni pikka kasvu, pikapealised, käedjalad suhteliselt pikad. Kräsusjuus tihe, habe puudub, samuti kehakarv puudulik. Jagunevad bantu ja sudaani neegriteks.

Melaneeslased Uus-Guinea, Saalomoni, Uus-Hebriidi ja Uus-Kaledoonia saartelt paistavad silma eriliselt tumeda, peaaegu musta nahavärvusega.

**Jäigajuukselised. Mongoliidide** arenguruumiks peetakse Hiinat, kuhu praegu on koondunud  $\frac{1}{2}$  miljardit inimest,  $\frac{1}{4}$  inimkonnast. Tüüpilisi esindajaid on mongolid, kolijad karjapidajad Kesk-Aasiast. Nende juus on pikk, jäik, sirge ja süsimust, nahavärvus kollakas, habe ja kehakarv õige puudulik, keskmist kasvu (1,6 m) ja tugeva, tüseda kehaehitusega; tähelepanndavad spetsiaalsed erinevused on sirgem selgroog, lame nägu vähe esiletungiva ninaga, kitsad ja viltused silmaavad (pilusilmad) mongolivoldiga (joon. 76).

Mongolitega samasse tõurühma kuuluvad korealased, mandžud, hiinlased ja osalt jaapanlased (viimased on ainode ja malailastega tugevasti segunenud), tiibetlased, annamiidid, tai-rahvad, türgi-tatari ja uurali-altai rahvad.



76. joonis. Jäigajuukseline tatarlane.

Ameeriklased (indianiidid). Ameerika asustati mongoliidide poolt Beringi väina kaudu kas viimisel jäävaheajal või varsti pärast viimse mannerjää sulamist. Indiaani keelkond on niivõrra erinev muist keelterühmadest, et peab tema tekkepiirkonnaks pidama Uus-maailma, mitte aga Ida-Aasia eluruumi, kust pole pärit mitte mingeid keelelisi sugemeid, mis võiksid olla ühised indiaani keeltega. Sellest järgneb aga, et sel ajal, kui rännak toimus, polnud Ida-Aasia ruumis kõnekeel veel välja kujunenud.

Malailased on hilisemad tulnukad Taga-India ja Indoneesia saarestiku negriidsete ja australiidsete tõugude eluruumi. Arvatavasti viimisel jääajastul toimus sissetung mitmes laines, kusjuures esimesed uustulnukad pärinesid peamiselt Indiast (europiidid ja vedda tõugu inimesterühmad), hilisemad aga viimse jääajastu lõpul Lõuna-Hiinast. Seepärast pole malai tõug ühtlane: varemad tulnukad tõrjusid negriitoseid saarte mägismetsadesse ja jäid ise rannikule; segunedes negriitodega moodustus nn. protomalailaste kiht (batakid Sumatral, dajakid Borneo saarel jt.). Hilisemad kollast tõugu tulijad tõrjusid omakorda protomalailasi rannikult sisemaale, metsadesse; segunedes protomalailaste ja negriitodega, moodustus mongoliidsete tunnustega noorem malailaste kiht. Polüneeslased loetakse malailastest erinenud tüübiks.

Arktilised rahvad (palaiasiaadid) — jukagiirid, tšuktšid, eskimod jt. Tähelepanu pälvivad eskimod, keda praegu elab umbes 40 000 hinge Kirde-Aasias (tšuktšid), Põhja-Ameerika arktilises mandriosas ja saarestikus (eskimod). Kehaehituse põhjal (sageli keskmisest madalamat kasvu) peetakse neid ürgkollasenahaliste tõule kõige lähemal seisvaiks; nendetaolistest on võrsunud nii mongolid kui ka ameeriklased. Enne eurooplastega kokkupuutumist oli nende kultuur noorema kiviajastu kultuuri tasemel.

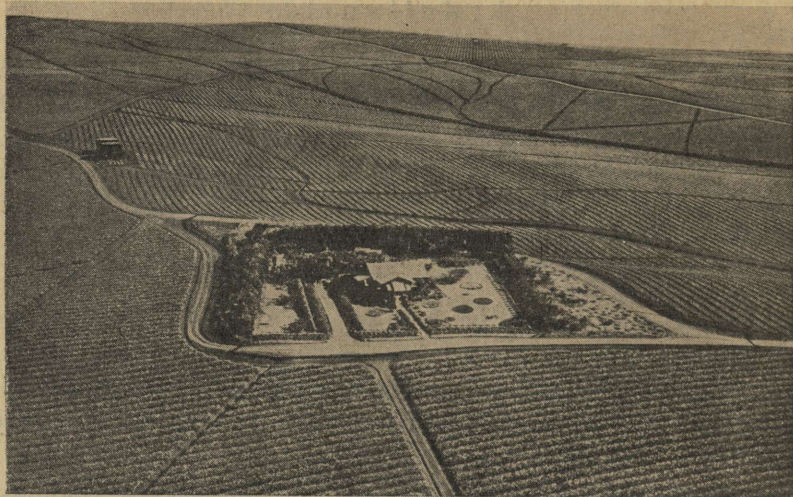
#### 4. Kultuurid.

**Kultuuriastmest.** Moodsas ühiskonnas on väga levinud komme võrrelda ja hinnata oma ja teiste rahvaste kultuuri, mida tehakse mõtlemata asjaolule, et keerukaima nähtuse, kultuuri, hinnanguks pole ühtlast mõõdupuud olemas. Ainult asjalikule vaatekohale asudes, vaagides rahvaste kogu materiaalsel ja vaimset kultuurivara, võiks kultuuride subjektiivsest hinnangust väärtuslikumale tunnetusastmele tõusta.

**Loodusrahvad ja kultuurrahvad.** Mida rohkem üksikinimeste ja rahvaste kultuurinivood erinevad, seda hõlpsamini ja asjalikumalt võib erinevusi määrata. Kultuuride pikas ahelas on otsapoolsete lülide, alguse ja lõpu lähedus kõige kindlamini tabatav.

Me ei kõhkle tunnustamast Sumatra metsrahva, kubude, kultuurilist arengutaset kõige primitiivsemaks eksisteerivaist kultuuridest.

„Nomaadidena nad uitavad ürgmetsades toidu otsingul, perekonna kaupa — mees, naine ja alaealised lapsed; kus öö neid üllatab, seal otsitakse ööbimispaika — mõne vägeva puu tugijuurestiku vahel või mõnes sobivamas kohas. Seal püstitatakse murtud okstest tuule-, kaste- ja vihmavari, mille all ööbitakse. Järgmisel hommikul liigutakse edasi. Kubud ei tunne jalgteid, nende teekond kulgeb põiki läbi tiheda ürgmetsa, mitte aga talutatud teeradu mööda, nagu see metsloomade juures viisiks; ainult tülikad oksad murtakse teel, millega nende teesuund tähistataksegi. Ometi hoiduvad kubud kindlais piires, mis on antud suuremate raskesti-ületatavate jõgede näol. Sest kubud on äärmiselt veekartlikud — kunagi ei puutu vesi vabatahtlikult nende kehadega kokku. Nende rändamine on toiduotsimine, seepärast nad ei vaja teid, ainult suundi. Kõik on neile söödav, mis kuidagi maitseb, puuviljad ja marjad, juured ja mugulad, aga ka mardikad ja tõugud, teod, konnad ja sisalikud, lühidalt kõik, millest nad hammastega jagu saavad. Ronimises nad on osavad ja mõistavad tõusta ka jämedatüvelistele puudele lihtsate abinõudega. Tagavarade kogumist kubud ei



77. joonis. Ameerikalik kultuurmaistu. Ananasepõllud Havais.

tunne: kui nad palju leiavad, siis topivad nad kõhu täis; kui nad vähe leiavad, siis nälgivad. Ürgmets annab läbi aasta, — on tarvis vaid otsida. Selles nad sarnanevad inimahviga ülal puudel. Ka toidus pole suurt vahet, vahest see, et kubud ka juuri ja mugulaid söövad, mida nad välja kaevavad. Seda siamang (oranguutan) ei tee.

Ometi omavad kubud primitiivset, kuid tüüpilist kultuuri, ürgmetsakultuuri. Nad kannavad primitiivset rõivastist, mehed niudevööd klopitud puukoorest, naised lühikest puukoorseelikut, siia juurde side juuste hoidmiseks. Tähtsaim riist on meetripikkune, alt terav kaigas juurte ja mugulate väljakaevamiseks. Lisaks niinest punutud tasku, vahel ka kepikestest punutud seljakorv; primitiivne puust löögiriist, millega puukoort klopitakse, täiendab varustist... Muu väike varustis on pärit metsamalailastelt: keedupott — tema ürgomased nõud on bambusest tehtud — ja vahest üks rauast võsakiin! See on tohutult väärtuslik omand, sest nüüd ta võib hõlpsasti puud töödelda. Kubud oskavad ka tuld kasutada, ehkki nad seda iga päev ei tee.

Iseloomustav on kubudele, et nad jätavad surnu lihtsalt maha lebama ja rändavad edasi — nagu metsloomad. Surnu pole neile midagi, ja mingi kujutelm pole sellega seoses. „On läbi,“ ütles mulle üks kubu. Kubul pole usundit, sest temal puuduvad igasugused transtsendentsed kujutelmad ja mõtted. Ta elab küll targemini loomadest, kuid vaevalt ülevamalt.“

W. Volz, „Inimsoo levik Maal“.

Loodusrahvad on ka eskimod, ehkki vaalapüüdjad ja polaarmaade uurijad (Peary), pärast Taani, Kanada ja USA valitsusametnikud neid euroopalikkude kultuurisaavutistega, muu hulgas ka koolidega, tutvustasid.

Loodusrahvaile omaseid kultuuriväärtusi ei või pidada inimväärtusele sobimatuiks, mis igal juhul ja igas olukorras euroopalikule tippkultuurile alla jäävad ja ruumi andma peavad. Et seesugune, kaubaagente ja misjonäre iseloomustav vaateviis põhiliselt vale on, on ammugi tõestatud selle kurva tõsiasjaga, et kokkupuuted eurooplaste ja nende kultuurisaavutistega on loodusrahvaste elule laastavalt mõjunud ja paljusid rahvaid hävinsusse viinud.

Loodusrahvad, elades enamasti eurooplastele täiesti võõrais elutingimustes, püsivad tänu loodusümbrusega oivaliselt sobitunud eluviisidele ja kultuurivarale. Neid iseloomustav hea loodusolude tundmine ja tähelepanuvõime on kahtlemata väärtuslikud kultuurisaavutised, millede poolest tippkultuurrahvaste tavaline inimene alla jääb.

Kuid milliste kultuurivarade omandamine tõstab rahva kultuurrahvaks? Teatud oskuste summa: elutu loodusjõu rakedamine töösse kehalise jõu asemel, kirjamärkide tarvitamine ja ühiskondlik organisatsioon, mis võimaldab kõigi eluliste funktsioonide, nagu kaitse, usu ja õpetuse, tootmise ja kaubavahe-tuse tõhusamaid saavutisi tööjaotuse põhimõttel.

**Eluvormid (kultuurivormid).** Rahvaste ja inimeste kõige olulisem eluküsimus on toiduhankimise küsimus. Kuidas üks või teine rahvas selle tähtsaima probleemi on lahendanud, avaldub eluviisis ja väljendub ainelise ja vaimse kultuuri esemete laadis, mis kõik kokku rahvaste eluvormi, elustiili moodustavad.

## Inimkõnna oletatavad arenguastmed.

Vanus	Arengu- staadium	Eluvorm (kultuurivorm)		Iseloom
		Eluviis, toidu hankimine	Eluvahendid; töö- riistad	
Pärast- jääaeg (alluu- vium)	<i>Homo sapiens</i>	Põllutöö, looma- kasvatus  Primitiivne põllun- dus (teravaotsa- lise pulga või ke- pi kasutamisel)	Raud Pronks  Noorema kiviajas- tu kultuur: ihu- tud kivi tarvita- mine	Töökus
Hilisjää- aeg	<i>Homo sapiens diluvialis</i>	Karjaselavate loo- made küttimine	Pottsepakunsti al- ged. Noorema ki- viaja kultuur	Agres- siivsus
Viimne (IV) jääaeg (Würm- jääaeg) ja jää- vaheaeg	<i>Homo pri- migenius</i> (ürgini- mene)	Suurimetajate püük	Vana-kiviaja kul- tuur. (Käsitalb.)	Salalikkus
III jääaeg (Riss- jääaeg) ja jäävahe- aeg (Riss- Mindel)	Antropos (eelinimene)	Lisaks inimese- söömine  Maapinnal kogu- tud toit, siia juur- de juhuslik liha- toit	Tuli, primitiivsei- mad kiviriistad  Lõikavad kivikil- lud (eollidid)	Algav lihanälg  Rahu- meelne, tasane
Vanemad jääajad	Proto- nimene	Maapinnal kogu- tud toit, juured, mugulad	Võib-olla puutükk kaevamisabinõuna	Rahu- meelne, mitte- kardetav
Hilis- tertsiaar	Antro- poidne eel- vorm	Puudelt kogutud toit, marjad, pähk- lid ja muud viljad		

Tabel näitab, milline võis olla inimsoo toitumisviisi ja toidu-  
hankimisvahendite arengujärjekord.



78. joonis. Kultuurmaistu Põhja-Saksas põhimoreeni alal.

Rahvaste eluviisides, kui nad lähenevad tabelis kujutatud järkudele, kajastuvad igivanad eluvormid vägagi kaugelt. Pole rahvast elusate hulgast, kes neid poleks viimistelnud ja moodsal ajal euroopalikust kultuurivarast laene teinud.

Loodusrahvad on toitlusprobleemi lahendanud ühekülgsetl, nad on jätnud suurema osa loodusvaradest kasutamata ega tea midagi toiduhankimisviiside ja -võimaluste rohkusest. Sellest johtubki nende eluviisi ühtlasem, tüüpilisem laad, käitumise rangem reeglipärasus, eluvormi puhtam stiil. Kultuurrahval esineb eluvormide rohusus, mitmekesisus, mispärast ta loodusrahvaste vaatenurgast näiks mitmesuguste eri rahvaste konglomeeraadina.

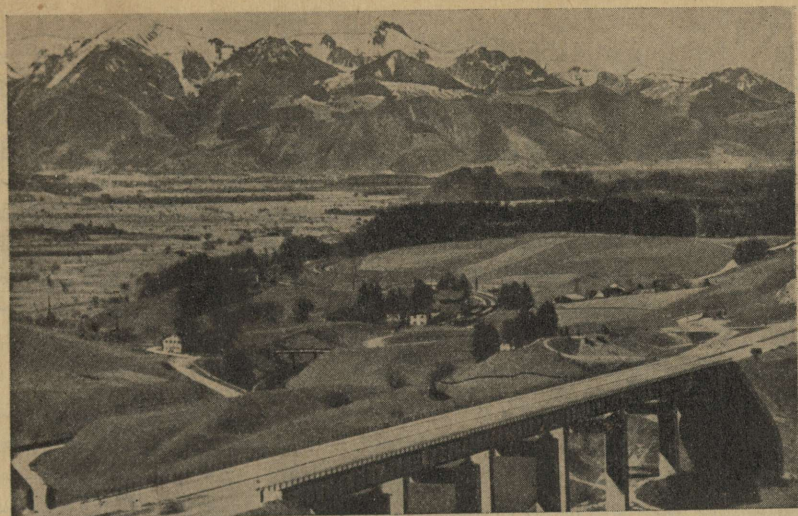
On loodusrahvaid, kes on jäänud kõige ürgsemale eluvormile peatuma (kubud), hankides tänapäevalgi toidust korjamise teel. Suurem osa loodusrahvaid muretseb endale toidulisaks küttimise ja kalastamisega. Selle ameti on endile võtnud mehed, jättes naistele ja lastele koguda ja kaevata terava pulga abil söödavaid juuri ja mugulaid (bambutid). Arktilistest rahvastest ainult eskimod on täiesti küttijad ilma muu toiduhankimisvõimaluseta. Kuid teised kõik on jõudnud

primitiivse loomakarjatamiseni. Algelist karjapidamist näeb Kirde-Siberi tšuktšidel, kuna sama hõimu eskimotel, kes elasid teispool Beringi väina, see oskus puudus. Alles käesoleva sajandi alguses toimetati tšuktšid üle väina Alaska eskimotele põhjapõdrapidamist õpetama.

Nagu tšuktšid, on laplasedki põhjapõdrakasvatajad, nad on täielikult rändrahvad (nomaadid), kes passiivselt seiravad poolmetsikute põhjapõtrade karjade sesoonilisi rännakuid. Lõunamaade stepirahvaste, näit. mongolite, karjapidamises otsustab inimene rännaku aja, suuna ja sihi, mitte looma-vaist.

Mugulate väljakaevamisest pole pikk arengutee mugulate istutamiseni aukudesse. Kõige primitiivsem maa-harimisviis on teravaotsalise pulga või kepi tarvitamine mugulate külvamisel; see viis on levinud Okeaanias. Täiuslikem maapinna harimine toimub kõõblase abil. See põlluharimisviis on levinud Aafrikas (Nigriitsia osas): stepirohi põletatakse ja muld kõõblatakse kobedaks ja juurtest puhtaks. Ürgmetsas tehakse alet, juuritakse nõrgemad kännud, jämedamad tüvetüükad jäetakse, nende vahed kõõblatakse ja külvatakse hirssi, jahubanaani, maniokki, jamsi. Hiinlased ja jaapanlased on kõõblaspõllundust viimistelnud kunstkäsitöö-taoliseks aiamaajanduseks, kus käsitsi töötades ja iga taime eest hoolitsedes maalapike kõige paremini ära kasutatakse. Kõõblase asemel on hilisematel aegadel ja nimelt India—Euroopa eluruumis hakatud tarvitama atra, esiteks lihtsat konksatra, millega praegugi Oriendis küntakse. Euroopalikus moodsas põllumajanduses kasutatakse traktoriga veetavat ratasatra, tarvitatakse kunstväetist, tegeldakse teadusliku sordiparandusega ja võideldakse edukalt taimekahjurite ja -haiguste vastu.

**Kultuurivaldkonnad.** Kultuuridest pälvivad tähelepanu need, millede saavutised ja mõju on Euroopasse ulatunud ja millel on üldinimlikku kultuurisalve väärtuslikku lisandada. Need kultuurid eksisteerivad võrdlemisi hästi piiritletud ruumides, mida kultuurivaldkondadeks nimetatakse; nende kokkupuutel on üleminekuid. On tähelepanav tõi asi, et inimkonnale olulised kultuurivaldkonnad liituvad põhjapoolkera ümbritsevaks vöötmeks, mis üldiselt paras- ja lähistroopilise kliima- ning taimkattevöötme piires püsib. Need valdkonnad on läänest itta loetledes järgmised: P.-Ameerika—Euroopa—



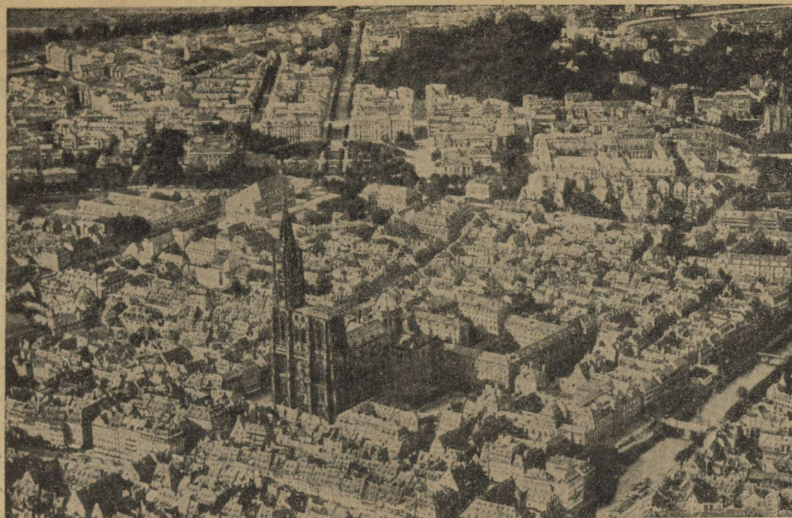
79. joonis. Kultuurmaistu Alpide ees. Metsatukad, korralikud elamud ja teed on maastikule ehteks. Esiplaanil näha osa Saksa riigi autoteest.

Nõukogude Liit, **Orient, India, Kesk-Aasia—Hiina—**Jaapan. Põhja-Ameerika, Kesk-Aasia ja Jaapan pakuvad näiteid erinevaises elutingimusesse istutatud tütarkultuuridest. On eriline vahe Ameerika—Euroopa ja Aasia kultuuride vahel. Euroopast võrsunud kultuur on püsimatult arenev ja leiutav ning end kõigisse maailmajagudesse puistav ja paljundav, nagu noor elujõuline organism. Kultuurid sõltuvad rassist, mis väljendub eurooplastel suuremas teotsemisenergiast, teaduslikus uudishimust ja avastus- ning seiklusvaimust. Aasial on vastu seada teisi vourusi, nagu islami-, budha- ja brahmuusuliste tolerantsust, ja kui üksikuid rahvaid vaadelda, siis leidub teisigi: hindude mõttesügavus, hiinlaste kõlblus ja kannatlikkus, jaapanlaste patriotism, araablaste iseloomuuhkus ja enesekindlus, mis omadused paratamatult rahvaste kultuurilaa-dis (käitumises, kommetes, kunstis ja usundis) avalduvad. Suurte kultuuriväärtuste juures on aasia kultuurid oluliselt staatilised, nad on välja kujunenud. Edaspidine areng on võimalik, kui kultuuriomapära osalise loovutamise hinnaga rakedatakse rohkem euroopa tehnikat ja teadust, nagu see Jaapanis on toimunudki.

Valitud joonised (joon. 77—82) näidaku, kuidas tähtsamas kultuurivaldkonnis inimese tegevuse mõju maastikus avaldub. Rahvatihedais alades on ürgsest maastikust vaid taevas ja maapind alles jäänud, kõik muu vahepealne, taimkate ja siseveestik, on täielikult muudetud ja juurde on tulnud tehivormid (teed, hooned jne.). Loodusmaistut asendab kultuurimaistu, kodustatud ja inimeste eluvajadusi rahuldav. Väga sageli on maastik muudetud õige väheste elutarvete — sageli vaid ühe — teenimiseks. Seesugune maastiku ühekülgne moonumine on väga suurejooneliselt teostunud Ameerika kultuurialustel maadel: USA nisumaad (leivamaistud), puuvillamaad, ananase- ja suhkrurooväljad Havai saartel.

**Euroopa kultuurivaldkond.** Euroopa kultuurivaldkonnas elades kasutame meiegi seda suurt kultuurisalve ja püüame omalt poolt kultuuriväärtusi luua rahvuslike võimete kohaselt. Euroopa tulevane kultuuriline, majanduslik ja poliitiline seisund asustatud maailmas riivab igaüht, kelle kodumaa saatust sellest oleneb.

Euroopa kultuur on oluliselt indogermaanlaste saavutis. Kreeklased ja roomlased on antiikkultuuri luues pannud toeka alussamba euroopa kultuuri suurele hoonele. Germaani ja romaani rahvusrihm on ristiisku vastu võttes kultuuri alal edasi töötanud: nad (eeskätt romaani rahvad) kujundasid katoliikliku usundi ja löid sellest mõjustatud kultuuri. Renessansis pöördusid needsamad roomanlased vastukaaluks kiriklikule ainuvõimule antiiksete eeskujude poole, saades sealt äratust ilmlikuks loominguks ja eluks, mis sageli moonduks ohjeldamatuseks ja ühiskonda mitte arvestavaks individualismiks. Germaani rahvad võitsid aga endile protestantlikus liikumises südametunnistus- ja vaimuvabaduse, mis oli nende iseseisva ja uuriva vaimu teotsemiseks tarvilik. Mille eest protestandid on võidelnud, on saanud üldeuroopalikuks hüveks. Saavutanud nüüd õiguse isiklikule elule ja mõtlemisvabaduse, algas eurooplaste kiire areng kunstides ja teadustes. Poliitilised ja majanduslikud tõusud ning mõõnad loovad sündmustelt eriti pingेरikka järgneva ajaloo, mille taustal mõlemad rahvusrihmad teineteise eluarengut ja kultuuriloomingut viljastavad. Mõningal määral vastandlikud, nagu iseloomudki, on nende kultuurid vastastikuseks täienduseks väga hästi sobivad.



80. joonis. Strassburg. Vana Euroopa linnu iseloomustab gooti katedraali ümbritsev vana keskaegne linnaosa. Taamal uuslinn parkide, sirgete, laiade tänavate ja laheda ning avara ehitusviisiga hoonetega.

Romaanlased on elava lõunamaise temperamendiga; nad on viisakad, terava ja väga loogilise mõistusega, tugeva ilu- ja vormitundega. Nende mõju on olnud kõige tugevam kunstides ühes kunsti rakendusalaodega ja matemaatilistes teadustes.

Germaani rahvaid iseloomustavad tahtomadused, suurem tõsidus, põhjalikkus ja julge püüdlikkus. Et majanduslik elu nõuab ikka ratsionaalsemat ja plaanikindlamat jõurakendust ning et praegune kultuur püsib ja edeneb vaid kestvail tahtepingutusil, siis on germaani rahvad oma elukorraldusis, nagu rahvahariduses ja majanduses, ette jõudnud. Maadeuurimise loobumisrohkes teostamises, teadusliku töö vaikuses ja üksildases süvenemises, tehnilises leiutamises ja riigielu korraldamises on nad esirinnas sammunud. Muusikalises loomingus ja proosas on nad kultuuri võrdlematult rikastanud ja süvendanud. Nad on filosoofilisi süsteeme loonud.

Ainult idaslaavlased, venelased, pole euroopalikust kultuuri-voogamisest haaratud olnud. Nende kultuuritee kaldub tugevasti Aasia poolele, sest see on mõjustatud orientaalset elu-

käsitusest. Kui Aasia rahvastele on omane isikuväärtuse alahindamine, siis venelaste meeles isikuväärtust pole üldse olemaski. — Eurooplaste kultuuri sõjakas ja nooruslik jõud ning seesmine rikkus põhineb aga isiksuse ja tema omapära hindamisel.

Euroopalikule kultuurile on tulnud kasuks algatusvõimeliste ja omapäraste rahvaste rohkus. Paratamatult ja iseenesest on kultuuriloomises toimunud tööjaotus ja võistlus rahvuste vahel, mis tingib euroopa kultuurisaavutiste suurt mitmekesisust ja kõrget taset.

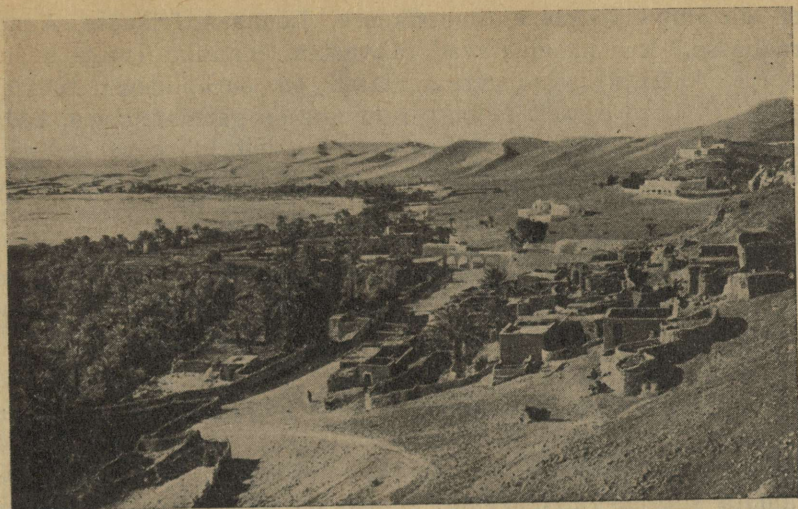
Millised on euroopa kultuuri vaimsed ja majanduslikud alused? Euroopa vaimuelus mõjuvad praegugi antiiksed, kristlikud, ratsionalistlikud ja romantismi elemendid, tekitavad vastuolusid ja elevust. Elujaatav ja aktiivne meelsus suunab vaimu elu suurel määral teaduslikule tegevusele ja tehnikale. Kui keskajal vagade munkade palve ja askees tugesid katoliikliku kultuuri aluseid, siis praegu teeb seda moodsa kultuuri suhtes teadusmehe ennastalgav tööind. Teadusliku töö meetodid on eurooplaste välja töötatud.

Majandusliku elu aluseks on loodusjõudude (auru, elektri) ärakasutamine töö hulga suurendamiseks ja töökvaliteedi parandamiseks (põllumajanduses, ehitamises, ainete ja tarbeesemete valmistamises jne.). Samad loodusjõud on rakendatud liiklemise ja läbikäimise hõlbustamiseks: raudteed, lennuühendused, aurulaevühendused, post, telefon, telegraaf, raadio.

Massilise tootmise organiseerimine tööjaotusprintsibil on Euroopa juhtivaid maid tööstusmaadeks teinud, mis sõltuvad välismaailmast. Asumaadega kindlustatakse toorainete saabumist ja tööstussaaduste valmistamist suuremale kui ainult kodumaa tarbijaskonnale.

## 5. R a h v u s.

Millist inimesterühmitust tuleb rahvuseks lugeda, pole mõistuslikel kaalutlusil iga kord hõlpus otsustada. Võib näiteks küsida, kas juudid moodustavad rahvuse? Osa neist on orientaalsete, teine osa (Ida-Euroopast pärinevad) armeenia tõu tunnustega, ja keeli nad kõnelevad mitmesuguseid. Neid ühendab teatav hingeline sarnasus, mõistuse ja huvide laad, mis nende lemmikelukutsele väga sobib, ja ühine päritolu:



81. joonis. Oaas kõrvelava jalamil Alžeerias.

need on juutluse tunnused. Enamasti on keel ning ühine päritolu, vähemalt selle tunnistamine, ja lõpuks meelsus rahvuste määrajaks ja eraldajaks.

Kui pärast Versailles'i rahulepingut toimus Ida-Preisimaal rahvahääletus, siis slaavi keelt kõnelev masuuri rahvas tunnistas enda hääletuse läbi saksa rahvusse kuuluvaks, sest nad tundsid ära oma esivanemate, endi ja järelpõlvede saatusühtlust teiste Saksa riigi kodanikega.

Praktiliselt hõlpsamaks rahvuse määrajaks osutub kõnekeel. Maailmas on väga palju eri keeli kõnelevaid rahvaid (üle 1500), kaugelt rohkem kui on tõugusid. Sellest võib järeldada, et rass ja keel rahvaste juures kuidagi ei kattu. Keeled arenesid rööbiti rasside kujunemisega, kuid keelte levik käis võrreldes rasside levikuga iserada. Primitiivsete rahvaste juures näeb suuremat tõuihtlust ja keele või keelkonna ja kultuuri levimispiirid langevad tõuliste piiridega rohkem kokku. Kultuurrahvail esineb keelelise ühtluse puhul tõuline ebaühtlus.

Kõige laialdasem ühe keelkonna rühmitus on indogermaanilased: neid on üle 1050 milj.; nad domineerivad Euroopas täielikult, asustavad Iraani, Hindustani ja osa Turaani. Neid

on siirdunud üle mere Ameerikasse, Lõuna-Aafrikasse, Austraaliasse, kus moodustavad rahvastest enamiku (välja arvatud L.-Aafrika). Indogermaanlased on euroopiidsest tõiuriginist. Üheks rahvarikkamaks rühmaks on germaanlased, keda praegu on ligi 280 milj. Nende juures võib märgata koosnemist põhja-, dinaari, alpi, vahemere ja idabalti tõiust. Kuid palju sagedamini kui romaanlaste ja slaavlaste juures ilmnevad põhjatõu omadused.

Kui praeguste kultuurrahvaste kehalised tunnused on mitme rassi segunemise tulemus, siis peab järeldama, et minevikus pole rassiline koosseis samal rahval seesama olnud.

„Mina ise nõustun nendega, kes arvavad, et germaanlased pole segaabelude läbi mandunud, vaid et nad on väljakujunenud omapäraga rahvas ja puhast tõiugu, kes sarnane ainult endaga. Ja seepärast kõik näitavad sedasama välimust, vaatamata suurele rahvaarvule: silmad on sinised ja kindla vaatega, juus hele, keha jõuline ja suure kasvuga.“ (Tacitus, „Germaanlaste kombed“.)

Praegu ei saa ükski euroopa rahvas enda kohta öelda, et ta on „ainult enda sarnane“.

Tõu p u h t u s. Tõuline segunemine pole ideaal, mida inimkonnal maksaks taotella. Ta on kultuurrahvaile ennemini hädaohtlik.

Kõneldakse rahvaste vananemisest, mistõttu kultuuritase langeb; lõpuks rahvus ning kultuur hävivad. Vananemisnähtuseks tuleb pidada, kui rahvas ei leidu sisemist jõudu oma elu uuendamiseks, ehkki olukord seda nõuab.

Enamasti on kultuurilanguse põhjuseks bastardeerumine. Indogermaanlaste vanade kultuurrahvaste, hindude, pärslaste, kreeklaste ja roomlaste kultuuride kustumise põhjuseks on tõuline segunemine, mis toimus ühtaegu uute ja võõraste jumalate ilmumisega. Hellenid, ehkki nende keel haritlaskonnas veel elab, on surnud; nende surmaks oli segunemine teiste rahvustega — slaavlastega, türklastega. Nii sündis teine rahvus — uuskreeklased.

Praegusel ajastul tõuline rikkumine ähvardab eurooplasi nende äärepoolseis osades, Vahemeremal ja idaserval, näit. Ida-alal. Prantsusmaa sallivus ja väärhumaansus on avanud ukSED neegristumisele. Eriliselt suur oht hoovab idast, sest



82. joonis. Kultuurmaastik Jaapanis riisipõldudega tasandikul ja teeaedadega nõlvakuil.

Nõukogude Liidu kultuur on mitmekümne aasta vältel rookinud välja ja hävitanud tõuliselt parema ja arenenuma osa rahvastikust ning põhjustanud suure tõulise allamineku; nende alaväärtuslikumate inimmasside sigivus on aga suur.

Kui rahvaste rassiline koostis on aegade jooksul muutunud, siis võib seda muutuvust ka teadlikult juhtida tõulise paremuse suunas.

Seesugune juhtimine kasvatus ja hooldamise teel on tarvilik siis, kui tõupuhtusest oleneb rahva ja kodumaa tulevik.

## SISUKORD.

	Lk.
I. Maa kuju ja mõõtmed (A. Luha) . . . . .	3
II. Maa sisemus                   "   " . . . . .	5
III. Maa sisejõud               "   " . . . . .	7
IV. Maa välisjõud             "   " . . . . .	20
V. Maa ajalugu                 "   " . . . . .	45
VI. Eesti aluspõhi ja pinnakate (A. Luha) . . . . .	64
VII. Õhkkond (J. Kents) . . . . .	85
VIII. Maailmameri (P. Lannus) . . . . .	118
IX. Maastikulised vöötmed (J. Kents) . . . . .	130
X. Inimkonnast (P. Lannus) . . . . .	150



HIND RMK. 3.—