

Geograafia õperaamat

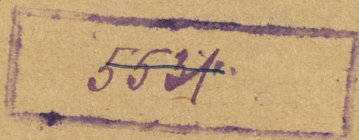
I.

Matemaatiline ja füüsiline geograafia.

Kokku seadnud

J. L. Jürgens

Tallinna Wene gümnaasiumi direktor.



Tallinnas 1919.

G. Pihlaka kirjastus.

A_2989_I

2

Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
55367

14906806

Sissejuhatus.

Maadeteadus ja üleüldine geograafia.

Maadeteadus kitsamas mõttes näitab, kuidas kõikide geograafiliste tegurite (kliima, põlluharimine, maapinna niisutamine, taimed, loomad, inimene) ühise tegewuse läbi teatud, kindlasti piiratud maakoht oma iseäralduse, oma kindla kuju saab.

Sellewastu räägib meile üleüldine geograafia:

1) maakerast kui ilmakehast (m a t e m a a t i l i n e g e o g r a a f i a);

2) maakera pinnal töötawatest teguritest: õhust, weest, mannermaast, taime- ja elajariigist, iseäranis selle pääle rõhku pannes, kuidas nad maakera pinnal ära jagatud on ja kuidas nad wastastikku üksteise pääle mõjuwad (f ü ü - s i l i n e ¹) g e o g r a a f i a);

3) inimesest, tema elust ja sellest mõjust, mis rahwaste elu pääle maakera pinnal töötawad tegurid awaldawad (a n t r o p o g e o g r a a f i a ²).

Maadeleiduste ja maakerapinna-uurimiste ajalugu.

Alginimese waimline waatepiir ei ulata tema kodukohast kaugemale. Oma kodukohta tunneb alginimene hästi. Kõik selle maakoha kõrgendikud ja madalikud, kõik mäed, orud, jõed, järwed on temale tuttawad, niisama ka selle maakoha kliima iseäraldused; isegi ilma wõib alginimene oma kodukohas ette kuulutada. Ta tunneb siin elutsewaid loome ja siin leiduwaid taime. Tema kodukoha piiridest wäljaspool algab alginimesele tundmata maa, täis imesid.

Sel määral, kui rahwas teiste rahwastega ühendusesse astub, laieneb ka tema maadeteadusline waatepiir. Kauba-

1) Greeka keeli sõnast *fysis* — loodus.

2) Greeka keeli sõnast *anthropos* — inimene.

wahetus wõõraste rahwastega, sõjakäigud, üksikute isikute reisud toowad esimesi, enam ehk vähem ustawaid teateid uute maade, nende looduse ja seal elawate rahwaste elu-olu kohta. Kõige wanemad meile tuttawad rahwad, kes maadeteadusega tegemist on teinud, elasid Wahe mere idapoolsetes rannamaades. Siit lagunes maadeteadus ajajooksul laiali teiste rahwaste juurde.

Maadeteadus wanal ajal.

Foiniklased ja greeklased olid need wana aja rahwad, kes oma kaubanduslise tegewuse läbi maadeteaduslist waatepiiri tähtsal mõõdul on laiendanud. Nagu meie ajaloost teame, olid foiniklased esimesed wana aja meresõitjad. Nad sõitsid Wahe mere kaldaid mööda lääne poole ja tungisid Atlandi ookeani. Wahe mere ja Atlandi ookeani kallastel asutasid nad linnu, mis oma kaubanduse ja tööstuse läbi suure tähtsuse omandasid, nagu Tiirus, Siidon, Karthaago, Gades (Cadiz) ja teis. Inglismaalt tõid nad tina ja Lääne mere randadelt merewaiku. Indiast said nad kulda ja elewändiluud. Nad sõitsid esimestena juba 6. aastasajal e. Kr. lõuna poolt ümber Aafrika ringi. Greeklased õppisid mereasjandust foiniklaste käest. Foiniklaste kaubandus läks Wäike-Aasia Greeka asulinnade kätte. Wäike-Aasia greeklaste seas tõusid ka esimesed maadeteadlased. Anaksimandros Mileetose linnast walmistas esimese maakaardi (6. aastasajal e. Kr.). Herodotos Halikarnassose linnast andis (5. aastasajal) esimesi maadeteaduslisi kirjeldusi nendest maadest, kus temal oli korda läinud oma reisudel käia (Greeka asumaad Musta mere rannal, Babüloonia, Egiptusemaa ja t.).

Aleksander Suure sõjakäikudel (4. aastasajal) olid maadeteaduse kohta niisama suur tähtsus kui foiniklaste ja greeklaste meresõitudel. Aleksandri sõjakäikudel õppisid greeklased tundma terve Lääne-Aasia ida poole kuni Induse jõeni ja põhja poole kuni Jaksartesi (Sõr-Darja) jõeni. Selsamal aastasajal sõitis Greeka õpetlane Pytheas Massilia (Marseille'i) linnast Euroopa läänekalduid mööda kuni Inglismaani ja Lääne mereni. Tema reisikirjeldused laiendasid maadeteaduslist waatepiiri lääne poole.

Maakera pinna tundma õpitud osade piiride laienemisega käis käsikäes ka geograafiliste algmõistete wäljaarene mine. Kuna Homeruse aegsed greeklased (10. aastasajal e. Kr.) maad ümmarguse kummitud kilbitaolise kehana endale ette kujutasid, õpetas Aristoteles (4. aastasajal), et maal kerasarnane kuju on. — 2. aastasajast e. Kr. kuni

3. aastasajani p. Kr. oli maadeteaduse keskkohaks tähtis Aleksandria kaubalinn Egiptusemaal. Siin elasid kõige kuulsamad wana aja maadeteadlased Eratosthenes, Strabo ja Ptolomäos. Eratosthenes oli kuulsa Aleksandria raamatukogu juhataja ja on suure sel ajal tuttawate maade kirjelduse järele jätnud. Tema wõttis ka esimesena lõunasihi kraadimõõtmise ette (Aleksandria ja Sieene linnade wahel). Puudulikkude abinõudega oli see kraadimõõtmine ometi nii täpikäälsest toime pandud, et tema andmed meie aja täielikkude instrumentidega toime pandud kraadimõõtmiste omadest pea mitte sugugi lahku ei lähe. Strabo ei annud omas suures kirjatöös «Geografia» mitte ainult maade ja rahwaste kirjelduse, waid tema katsus ka looduse mõju inimeste elu pääl selgitada ja üksikute rahwaste iseäraldusi looduse mõju läbi ära seletada. Ptolomäos (2. aastasajal p. Kr.) käsitas kõike tema ajani kogutud maadeteaduslist materjaali ja tähendas teda ära maakaartide pääl. Strabo oli esimene, kes kraadiwörku maakaartide pääl tarwitas ja maadeteadust geograafilise laiuse ja pikkuse mõistega rikastas. Ptolomäosega jõudis maadeteadus wanal ajal oma edenemise tipule. Kuid ka temast ei olnud õiget pilti meie päikese kawast: tema arwates on maakera kõige maailma keskkoh, ning maakera ümber tiiruwad kõik taewakehad, nende seas ka päike.

Maadeteadus kesk-ajal.

Kesk-aja algul näeme meie teaduste langemist. Wana aja maadeteadlaste õiged arwamised meie maa kerataolisest kujust ununesid, ja tekkis arwamine, et maal laug pind on. Ühe kirikuisa õpetuse järele on maal pikerguse neljanurga kuju, mille põhjapoolsel weerel kõrge mägi asub. Selle mäe ümber tiirub päike. Kui päike mäe taha läheb, on meil ööse, nii kaua kui ta mäe ees wiibib, on meil päew.

Wana aja teadlaste õpetusi omandasid araablased, kes saadud teadusi edasi arendasid. Araablased olid esimesed, kes oma sõitudel kompassi tarwitasid, millega neid arwatawasti hiinlased olid tutwustanud.

Ristus ja islami laialilagunemise läbi laienes ka maadeteaduses waatepiir. Ajajooksul wõtsid kõik Euroopa rahwad ristiusu wastu ja selle tõttu tuli terve see ilmajagu maadeteaduse uurimiste piirkonda. Muhamedi usu mõju alla sattus terve Lääne-Aasia ja Põhja-Aafrika.

Itaalia linnade merekaubandus, ristiusõjad ja normannide meresõidud laienaldasid ka maakera pinna tuntud osa piire. Kesk-aja reisijate

seast on kõige tähtsamad venezialane Marco Polo ja araablane Ibn-Batuta. Marco Polo (14. aastasajal) reisis esimesena Euroopast Hiinamaale selle riigi walitseja Kublai-haani juurde. Tema elas 20 aastat Hiinamaal ja käis selle aja jooksul mitmes selle riigi osas. Oma reisu kirjelduse läbi tõi Marco Polo eurooplaste waatepiirile nendele selleajani täitsa tundmata maailma, Ida-Aasia. Ibn-Batuta käis (selsamal aastasajal) weel pikema tee ära 30 aasta jooksul, Marokkost kuni Hiinamaani, ja seadis selle teekonna pika kirjelduse kokku.

Kesk-aja lõpu poole takistasid türklased eurooplasti Wahe mere poolt Aiasiasse minemast, mille tõttu Itaalia linnade kaubawahetus idamaadega lõppes. Mereasjanduses astusid hispaanlased ja portugaalased itaallaste asemele. Portugali kuninga poja Heinrich meresõitja algatuse tõttu uuriti Aafrika lääneranda Gibraltari wäinast kuni poolitajani. 15. aastasaja lõpul oli juba terwe Aafrika läänerand eurooplastele tuttaw, oli ju 1486 a. portugaallane Bartolomeo Diaz Aafrikast lõuna poolt ringi Hää lootuse neemest mööda sõitnud. — Terwel kesk-ajal oli Ptolomäose arwamine maksew, et maakera kõige maailma keskkocht on ja kõik taewakehad tema ümber tiiruwad. Kõik selle wastu käiwad arwamised loeti katoliku kiriku poolt Püha kirja wastu käiwateks wäärõpetusteks ja nende poolehoidjaid ähwardati tulesurmaga.

Maadeteadus uuemal ajal.

Maadeleiduste ajajärk. 15. aastasaja lõpul algab maadeteaduse uus ajajärk. Maadeteadusline waatepiir laieneb wäga ruttu Ameerika ülesleidmise läbi ja selle tõttu, et mereteed Indiasse leiti lõuna poolt ümber Aafrika ringi. Hispania teenistuses olew Genova (dsheenowa) meresõitja Kolumbus katsus 1492 a. otse lääne poole sõites Indiasse pääseda, sest tema arwates oli maakera wähem kui ta tõepoolest on. Ta jõudis 70 päewase sõidu järele Bahama saartele. Et ta oma arwates Indiasse oli jõudnud, siis nimetas ta saare elanikka indiaanlasteks. Kolumbuse poolt leitud maad nimetati Lääne-Indiaks. Aastal 1498 jõudis Portugali meresõitja Vasco de Gama Indiasse, ümber Aafrika ringi sõites. — Kolumbus sõitis neli korda lääne poole ja leidis pääle Antilli saarte Lõuna-Ameerika mannamaa ranna Orinoko jõesuu ümbruses ja Panama maakitsuse. Nüüd katsusid meresõitjad üksteise wõidu uusi maid üles leida. Portugaalane Cabral leidis 1500 a. Brasilia, 1521 a. heitis Fernando Cortez Mexico riigi

Hispania walitsuse alla, niisama 1534 a. Pizarro Perumaa. 15 a. lõpul oli Inglise teenistuses olev Itaalia meresõitja Cabot Põhja-Ameerika kirdepoolsetele kallastele jõudnud. 1520 a. sõitis Hispaania teenistuses olev portugallane Magalhães (mahhaljaangs) ehk Magellan Ameerikast lõuna poolt ringi, Atlandi ookeanist Suurde ookeani, sellest väinast läbi, mis tema järele Magellani väinaks nimetati. Ka põhja poolt katsuti Atlandi ookeanist Suurde ookeani pääseda, aga jääga kaetud meres oli see väga raske. Alles 19. aastasaja 50-dates aastates läks Inglise meresõitjatel korda Põhja-Jäämere kaudu Ameerikast põhja poolt ringi sõita.

16. aastasajal ja 17. aastasaja esimesel poolel hakatakse ka teisi maakera pinna osasi uurima päale lõunanaba maade. Kõige enne hakkasid eurooplased Lõuna- ja Ida-Aasiaga endid tutwustama. Hispaanlased ja portugallased tõttasid Industani poolsaarel ja India saarte pääl endile asumaid sobitama. 17. aastasajal aga tõrjuti nad hollandlaste ja inglaste läbi siit eemale. Wenelased uurisid Ida- ja Põhja-Aasiat, mida nemad 16. aastasajast päale endi alla hakkasid heitma. 17. aastasaja keskel sõitis kasakas Deshnew esimesena Põhja-Jäämerest Suurde ookeani. Sedasama tegi ka Wene teenistuses olev daanlane Bering, kelle nime järele ka merd ja väina nimetati, mis Aasiat Ameerikast lahutawad.

Austraalia saartest leidis Magalhães 1521 a. omal reisul ümber maailma Mariani saared ja Uue Guinea. Austraalia mannermaa põhja- ja läänerannale tulid esimestena alles 17. aastasaja esimesel poolel hollandlased, kelledel juba sel ajal asumaad Malai saarestikul olid. Selle tõttu nimetati Austraaliat esiotsa „Uueks Hollandimaaks“. 1642 a. tuli kuulus Hollandi meresõitja Tasman Tasmania saarele ja siit Uude Meremaale. Australia mannermaa ida- ja lõunakaldale ilmusid eurooplased hiljemalt.

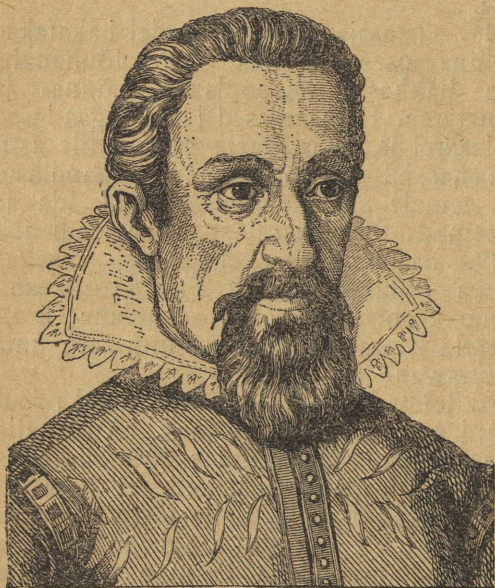
Suurte maadeleiduste ajajärk oli ühes ka suurte leiduste ajajärguks füüsika ja täheteaduse wallas, millel maadeteaduse kohta suur tähtsus on.

15. aastasaja lõpul ja 16. aastasaja algul elas Thorni linnas Preisimaal kuulus täheteadlane Nikolaus Kopernikus. Tema oli esimene, kes tõeks tegi, et maakera ja teised taewakehad oma telje ümber pööravad. Tema kirjatöö ilmakehade liikumise üle «De revolutionibus orbium coelestium» ilmus 1543 a. Esimese trükitud eksemplari sellest kirjatööst sai Kopernikus mõni tund enne surma kätte.

Niisama kuulus täheteadlane kui Kopernikus oli Johann Kepler (1574—1630), kes rändtähtede, nende

seas ka maakera tiirumist päikese ümber tõeks tegi ja neid seadusi ära näitas, millede järele rändtähed päikese ümber tiiruvad.

Kepleriga ühel ajal (1564—1642) elas ka kuulus Itaalia täheteadlane Galilei, kes mehanikale aluse rajas. Tema oli Kopernikuse õpetuse poolehoidja, et maakera oma telje ümber pöörab. Tema kirjatöö, kus ta oma arvamisi selle kohta avaldas ja Kopernikuse õpetust kinnitas, mõisteti Rooma inkwisiitsiooni kohtu poolt hukka. Galilei't kiusati katoliku kiriku poolt taga ja ta oli sunnitud oma õpetusest end lahti ütleva.



1. Kuulus täheteadlane Johann Kepler (1574—1630).

waid et ta mõlemate nabade poolt weidi lopergune on.

Siin kohal peab ka Inglis õpetlast, Cambridge'i (kembriidshi) ülikooli professori Iisak Newtoni (njutni) nimetama, keda kõige tähtsamaks looduseuurijaks peetakse (1642—1727). Newton leidis kuulsa üleilmilise tõmbejõu seaduse.

Allpool, matemaatilise geograafia osas, näeme, kui suur tähtsus teaduslise geograafia kohta ülewal nimetatud geniaalsetel teaduslistel leidustel on.

Maakera pinna teadusliste uurimiste aja järk. Kuni 18. aastasajani oli reisijatel pea ülesandeks uusi maid leida, mis nad meresõitude ning mererand-

1615 a. näitas Hollandi õpetlane Snellius, kuidas maakera pinnal meridiaani (pikkusesihi) osasi (kaarsi) võib mõõta, mis rea kolmnurkade äramääramises seisab ja sellepärast triangulatsiooniks hüütakse. Triangulatsiooni abil on võimalik maakera kuju täpisepeemalt ära määrata, kui see ennemalt võimalik oli. Need mõõtmised on ka tõeks teinud, et meie maakera mitte täitsa kuulikujuline keha ei ole,

dade uurimiste abil kaatsusid kätte saada. Nemad ei tun- ginud kaugemale mannermaade sisse, waid käisid ainult mereranna lähedal olewates maakohtades. Nendel reisudel olid ainult poliitilised ja kaubanduslised sihid. Euroopa riigid saatsid laewu teele, et uusi maid alla heita, wõi oma kaupadele uusi turgusid leida ja oma maa wabrikutele oda- walt tooresaineid osta. 17. aastasaja lõpul algab teadusline maapinna uurimine mitte üksi mererandadel waid ka sise- maal. Selleks ajaks olid mitmed teaduseharud juba niiwõrd edenenud, et neid uute maade uurimise juures wõis tarwi- tada. Matemaatika, füüsika ja mitmed looduseteaduseharud tulid maadeteadlasele abiks ja kergendasid tema tööd uuri- miste juures. Mitmes kohas maakera pinnal ettewõtetud lõunasihtide kraadimõõtmiste abil saadi õigemalt pilti maa kujust ja suurusest. Teistsugused mõõtmised tutwustasid meid mitmete meie maakera omadustega, tema raskusega, soojusega, magnetismusega jne. Geoloogia abil õppisime maakera pinna ehitust tundma. Taime- ja loomateadus kergendasid taimestiku ja loomastiku uurimist. Teaduse edenemisega muutuwad ka need sihid, mis reisijaid oma uurimistes endale seadwad. Algab terwe rida teaduslisi uurimisereisusi, iseäranis mannermaade sisemistesse osadesse.

Aasias on pääasjalikult Wene uurijad tegewad olnud. Ida- ja Põhja-Siberit uuris 19. aastasaja 40-datel aastatel akadeemik *M i d d e n d o r f*. Kaukaasia maapinna ehitust uuris 30 aasta jooksul akadeemik *A b i c h*. Iseäranis täht- sad olid Wene uurija *P r z e w a l s k i* (prshewálski) neli reisu Kesk-Aasiasse 1870 ja 1888 a. wahel.

Wenelaste kõrwal on Aasias iseäranis inglased tegewad olnud: *H a y w a r d* (häiörd) uuris Ida-Turkestani, Tjan- Schani ja Pamiri, *Y o u n g h u s b a n d* (jõnghäsbend) Tibeti't ja t. Rootslane *S v e n H e d i n* on oma reisude läbi Tarimi jõekonda, Pamiri, Tibeti ja Irani kõrbe tuttawaks saanud.

Kagupoolsete Aasia maakondade uurijatest olgu *R i c h t h o f e n* nimetatud kes Hiinamaad uuris ja Malai saarestiku uurijat *W a l l a c e*'i (uollasi).

Aafrika sisemisi maakonde tundsid erooplased kuni 19. aastasajani wäga wähe, sest suured kõrbed ja euroop- lastele häwitaw kliima takistasid siin uurimist. Alles 19. aastasaja teisel poolel tungisid mitmed uurijad Aafrika sise- maale ja tõid meile kindlaid teateid selle ilmajao sisemistest maakohtadest. Uurimisereisijad tungisid iseäranis suurte jõgede kaudu edasi. Loodusetakistuste (nagu weekosed, karestikud, kaljud ja t.) pääle waatamata on suured jõed kõige tähtsamad läbikäimiseteed Aafrika sisemaal. Minewa aastasaja 60 aastadel leidsid inglased *S p e k e* (spiik), *G r a n t* (grent) ja *B a k e r* (beeker) Niiluse jõe allikad ülesse ja

Livingstone (livingstön) uuris Lõuna-Aafrikat ning Zambesi jõe jooksu. **Ameeriklane Stanley** (sténli) uuris 80. aastatel Kongo jõekonda ja rändas esimesena ida poolt lääne poole Kesk-Aafrikast põigiti läbi.

Ameerika põhjapoolist osa on 19. aastasaja jooksul hulk Ühisriikide ja Kanada reisijaid uurinud, kellede töö ja waewa läbi Põhja-Ameerika loodus meile kõige peensus-tega tuttawaks on saanud. Troopika-Ameerika uurimised ei ole tänapäewgi weel lõpule wiidud. Selle maa looduse uurimisega on kuulsad teadusemehed **Aleksander v. Humboldt** ja **Charles (tshaarls) Darwin** alguse teinud.

Meie aegse füüsilise geograafia põhjendaja **Humboldt** oli 6 aastat (1799—1805) Mexikos ja Lõuna-Ameerikas, ja **Darwin** uuris (1833—34) Lõuna-Ameerika lääne rannamaid.

Austraalias leidis 18 aastasaja lõpul Inglis meresõitja **Cook** (kuuk) Hawaii, Tahiti ja mitmed teised saarestikud üles ja uuris lähemalt Uue Meremaa kaksiksaart. 18. aastasajal panid inglased oma siinsetele asumaadele Austraalia kagupoolsel kaldal aluse. Inglased asusid aga ainult rannamaakondadesse elama; sisemaad uurida oli väga raske, sest siin oli waja weeta kõrbetest läbi tungida. 1862. aastal läks Inglis reisijal **Stewart**'il (stjuörtil) korda esimesena lõuna poolt põhja poole Austraaliast risti läbi tungida, kuna 2 aastat waremalt inglane **Burke** sellesama tee pääl nälja surma oli saanud. 70. aastatel läks ka korda ida poolt lääne poole Austraaliast risti läbi tungida.

1. Matemaatiline geograafia.

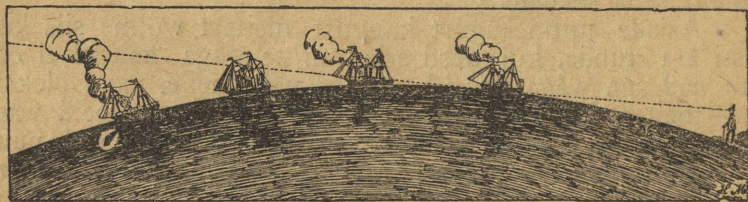
Taewas. Kui meie väljas lagedal kohal seisame ja enese ümber vaatame, siis näeme paa kohal taewast, mis nagu kummitud wõlw maad katab ja mille serwad eemal maapinnaga nähtawasti kokku puutuwad. Seda ringjoont, kus taewaserwad maapinnaga nähtawasti kokku puutuwad, kutsutakse waatepiiriks. Wanal ajal arwati, et taewawõlw midagi kindlat on, millest läbi tungida wõimata on. Tõepoolest aga ümbritseb meie maakera gaasisarnane ollus, mis õhuks nimetatakse. Mida kõrgemale meie maapinnalt tõuseme, seda õredamaks muutub õhk. Nagu iga ollus, nii seisab ka õhk pisikestest jaokestest koos. Neid jaokesi walgustawad päike, kuu ja tähed. Wiimaste poolt tulnud walguse saadawad õhujaokesed igate külge laiale. See walgus sattub ka meie silma ja meile näib, nagu oleks meie üle midagi kindlat, mis meie taewaks nimetame. Taewas näib meile poolkera-kujuline kummitud wõlw olewat. Kuidas seda seletada?

Asjade mitmesugust kaugust meitest wõime siis kergesti ära tunda, kui need asjad mitte wäga kaugel ei ole. Kui nad aga wäga kaugel on, siis näib meile, nagu oleksid nad meitest kõik ühel kaugusel. Oletame, et meid wäga kaugelt igast küljest puud ümbritsewad. Kui need puud ka mitmesugusel kaugusel meitest oleksid, siiski paistab meile, nagu ümbritseks meid täiesti ümmargune metsarõngas. Midagi sarnast on ka õhujaokestega. Nad saadawad meile walgusekiiri kust kohast ned kiired tulewad, ei näe meie aga mitte, sellepärast et meie silmad üksikuid õhujaokesi ei seleta. Meil näib, nagu oleksid nad kuskil wäga kaugel. Et meie wahet teha ei suuda, missugused õhujaokesed meile lähemal on ja missugused kaugemal, sellepärast paistab meile, nagu tuleksid walguse kiired kõik ühest pinnast, mis igas oma punktis meitest ühel kaugusel on, s. o. kerapinnast.

Kui meie aga tähelepanelikult taewawõlwi waatleme, kõige otstarbekohasemalt lagedal kohal, siis näeme meie et taewawõlw meile mitte täitsa poolkerana ei paista, waid, et ta ülewalt weidi lõssis on. See tuleb sellest, et kui meie ristloodis mööda maakera pinda waatame, siis meie näeme maakera pinnal ka kaugemal olewaid asju, mis meie silma aitawad nende kauguse üle otsustada. Kui meie aga ülesse õhku waatame, siis ei näe meie midagi, mis meie silmadele kauguse üle otsustamise juures abiks oleks. Sellepärast paistab meile, nagu oleksid meie pää kohal ülewal olewad taewawõlwi punktid meile lähemal, kui waatepiiril olewad punktid.

Peab aga seda silmas pidama, et taewawõlwi worm wäga pilwetest ja ka päikese ning kuu seisukohast ära oleneb. Paksu uduga paistab meile isegi, nagu oleks taewawõlw ristloodis pikergune. Sellewastu, kui taewas waatepiiril selge on ja meie pääkohal paksud pilwed taewast katawad, siis paistab meile taewawõlw weel enam lõssis. Oõsel paistab meile taewawõlw vähem lõssis olewat, sest siis ei näe meie maakera pinnal olewaid kaugemaid asju mitte selgesti.

Maa kuju. Kui meie mööda tasast legendikku linna poole sõidame, siis näeme esiteks kõrgete tornide otse, mis pärastpoole, kui linnale juba ligemale oleme jõudnud, aegajalt ikka enam silma paistawad, kusjuures juba ka muud kõrgemad ehitused ja majade katused nähtawale tulewad, kuni wiimaks kogu linn silmade ette ilmub. Sellest wõime näha, et maakera pind, mille pääl meie elame, mitte loodis tasane ei ole, waid kumerik. Sellepärast jääwadki linna-sõidul meile kõige esiteks tornide alumised jaod ja linna-majad nägemata.



2. Merepinna kumerus.

Sedasama wõime ka mere pääl tähele panna. Kui laew kalda poole tuleb, siis näeme waatepiiri tagast kõige esiteks tema ülemist, siis keskmist ja wiimaks kõige alumist jagu. Läheb laew kaldast minema, siis kaob kõige päält tema alumine, siis keskmine ja pärastpoole tema ülemine jagu silmist. Tõuseme torni otsa, siis läheb waatepiir suuremaks

ja meie võime laewa weel näha, mis kaldal juba silmade eest ära kadus. Nõnda siis on ka merepind kumerik. Kehad, millel ühesugune kumerik pind, wõiwad ainult kera- ehk kuulisarnased olla. Sedasama võime ka maakerast ütelda. Et maakera ümargune on, seda võime ka reisimiste abil tõeks teha. Läheme lääne poole wälja ja sõidame ikka otse edasi, siis jõuame ida poolt, teiselt poolt maakera, selle koha pääle jälle tagasi, kust meie wälja sõitsime. On ka tähele pandud et tee, ükskõik kuhu poole ka iganes sõidetakse, ümber maakera ikka ühepikkuseks jääb (muidugi mõista kui otseteed käidakse).

Esimese ringreisi ümber maakera pani Portugali mere-sõitja Magalhães (I-mahhaljaangs) 1519. aastal toime; see teekond wältas 3 aastat. Ehk küll Magalhães ise tee pääl surma leidis, saatsiwad seltsimehed kuulsa meresõitja ette-wõtte ometi täide.

Praegusel ajal wõib raudteede ja aurulaewade abil umbes 2 kuu jooksul ümber maakera ära käia.

Et maakera pind meie waatepiiris meile mitte kumer ei näi olewat, waid täiesti loodis tasane, tuleb sellest, et maakera kumerus igas tema pinna punktis wäga wäike on. See wõib ainult wäga suure kuuli ehk kera juures nii olla. Sel põhjusel peame endale meie maad kui wäga suurt kera ette kujutama.

Maakera suurus Meie maakera on meie mõistete järele ilmatu suur; ta raadius ulatab 6000 werstani, ta läbimõõt — 12.000 werstani (üle 12.750 kilomeetri), ta pind — üle 448 milj. □-wersta (üle 510 milj. □-kilomeeter). Ehk maakera pinnal küll mäed on, mis ehk tema kerasarnast kaju takistaksid, ei tähenda need tema suuruse kohta weel mitte midagi. Näitus. kõige kõrgem mägi meie maakera pinnal, *E v e r e s t* Aasias Himalaja mägestikus, on ligi 9 wersta kõrge. Seega on tema kõrgus ainult $\frac{1}{1400}$ maakera läbimõödust. Nii on siis kõige kõrgemad mäed maakera pinnal kui wäiksed tolmukübemekesed suure gummipalli pääl. Ka lõngakera jääb ikka ümarguseks, ehk tema pind küll mitte sile ei ole.

Ülewal ja all. Oli aeg, kui meie maa kerataolist kujumõistet rumaluseks peeti: üteldi et niisugusel korral peaks inimesed teisel pool maakera pääga all käima. Need arwamised tekkisid wildakust arusaamisest, mis *ü l e w a l* ja *a l l* tähendab. Raskuse jõu sunnil on inimesel niisugune seisak, et ta jalad maakera keskpaiga poole on pööratud — ükskõik kus ta iganes ei kõnniks. Sõnad „ülewal“ ja „all“

tuleb inimese seisaku arwesse panna : kus jalad, sääl on all, kus pää, sääl ülewal. Iga maakera koha jaoks on ülewal ja all sihid isesugused.

Sellesama raskuse jõu sunnil langeb iga kukkuw keha ikka maakera pinna poole, järjelikult ta liigub allapoole, ükstakõik kus kohal see sünnib.

Taewatähed. Maailmakera ümbritsewa õhu taga, temast wäljaspool, on nõnda nim. *ilm a r u u m*. Ilmaruumis leidub küll ka gaasisarnaseid ja isegi peenikseid kindlaid ollusi, kuid nii wäiksel mõõdul, et meie ilmaruumi peaaegu tühjaks wõime nimetada. Ilmaruumi täitwat ollust nimetatakse maailma eeteriks. Ilmaruumis leiame wäga kaugel meie maakerast üksikuid tähti, millede hulka kuu ja päike kuuluwad. Et tähed tuhanded miljonid werstad meitest kaugel on, siis ei wõi meie silm siin wahet teha, missugune nendest lähemal ja missugune kaugemal on. Nad paistawad kõik ühel kaugusel taewawõlwil olewat. Kõik ilmaruumis olewaid tähti ühes päikese, kuu ja maakeraga nimetame *t a e w a k e h a d e k s*.

Taewakera. Sagedasti räägitakse tähtedewahelisest nurgakaugusest, nurgakaugusest tähe ja mõne joone wõi wälja wahel. Mis see tähendab nurgakaugus? Tõmbame waatleja silmast täheni otsejoone (nägemisekiir) ja teise niisamasuguse joone teise täheni. Nende kahe otsejoone läbi sünnitatud nurka nimetame nurgakauguseks nende kahe tähe wahel. Niisama nurgakauguseks tähe ja mõne joone wõi wälja wahel nimetakse tähe pääle sihitud nägemisekiire ja waatleja silmast läbi minewa joone wõi wälja läbi sünnitatud nurka. Kui meie taewast waatleme, siis näeme sagedasti, et mõni täht teisele läheneb wõi temast eemale läheb. See lähenemine wõi eemale minek paistab meile ainult niisugusena, see ei ole muud midagi kui kahe tähe wahel olew nurgakauguse muutmine. Siin juures wõib tähtede õige kaugus üksteisest muutmataks jääda, wõi isegi wastupidi muutuda.

Nurka mõedetakse kaarega, mis tema tipust tõmmatakse, nagu ringi keskkohast. Nurki on wäga hõlbus niiviisi wõrrelda nende kaarede wõrdlemise läbi, ainult peawad nad ühe ja sellesama raadiusega tõmmatud olema. Sedasama peab ka tähtede waheliste nurgakauguste kohta ütleva. Nende mõõtmiseks saame hulga kaari, mis ühe ja sellesama raadiusega waatleja silmast tõmmatud on. Kõik need kaared on kuuli wõi kera pinnal. Seda kera nimetatakse *t a e w a k e r a k s*. Niiviisi on siis taewakera

kindla suuruseta kuul, mille keskkohat vaatleja silmas on. Seda kera tarwitame tähtede ja muude taewalaotuses leiduwate punktide nurgakauguste mõõtmiseks.

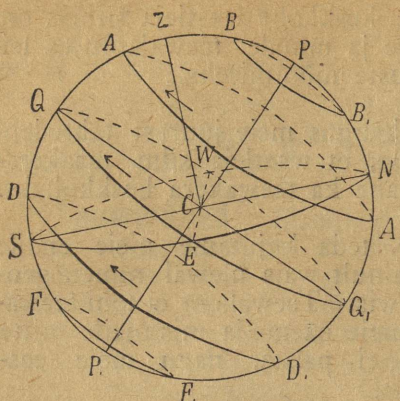
Seda silmaspidades, et kaugus meie juurest tähtedeni wäga suur on, siis oletatakse, et vaatleja silm maakera-keskkohas on. Siis on wiimane ka taewakera keskkohaks.

Taewakera meie ei näe, teda kujutame meie endile ainult ette, teda läheb meil ainult waja ülewal nimet. geometriliste wäljaarwamiste tarwis. Taewakera ei tohi taewalaotusega ära wahetada, mis meie näeme ja mis meile mitte ikka täitsa poolkerasarnane ei paista, nagu meie eespool nägime.

Taewatähtede öö-päewa liikumine. Kui meie päikese, kuu ja teiste taewakehade seisukoha taewalaotuses tähele paneme ja oma tähelepanemisi kordame, siis näeme meie, et taewakehad mitte ühe koha pääl paigal ei seisa, waid oma kohta wahetawad, mitmesuursi paralleelringisi sünnitades, mis öö-päewa paralleelideks nimetatakse, sest taewakehad teewad kõiki neid suuremaid ehk wähemaid ringisid öö-päewa jooksul.

Kõik taewakehad liiguwad ühte poole. Ühed nendest jääwad oma öö-päewa liikumisel meie waatepiiri alla, teised ilmuwad ühel kohal üle meie waatepiiri — tõusewad, ja kaowad teisel kohal meie waatepiiri alla — lähewad looja.

Kui meie ühe ehk teise tähe kohta teiste omadega wõrdleme, siis näeme, et tähed oma wastastikust seisu mitte muutnud ei ole: üks täht on teisest ikka ühel ja sellel samal kaugusel. Nad on taewawõlwi külge otsekui kinnitatud. Sellepärast nimetatakse tähti ka kinnistähedeks. Paistab, nagu oleksid nad suure kuuli sisemise pinna külge kinnitatud ja nagu keeraksid nad ennast selle kuuliga ümber kindla otsejoone, mis maailmateljeksinimetatakse. Kõrwal seiswal joonistusel näeme seda kuuli, mis taewakeraks nimetatakse. Selle keskel on maakera, mis, tähtede ilmatusuurt kaugustega wõrreldes, nii wäike on, et teda täpina (C) kujutada wõime. Joon PP₁ on maailma telg. Tema otsad P ja P₁ kutsutakse maailmanäbadeks. See nendest, P, mis meie waatepiirist kõrgemal on, nimetatakse põhjanaabaks, teine, P₁, mis meie waatepiiri all on, nimetatakse lõunanaabaks. Ringid BB₁, AA₁, QQ₁, DD₁ ja FF₁ on öö-päewa paralleelid ja ring SN on meie waatepiir.



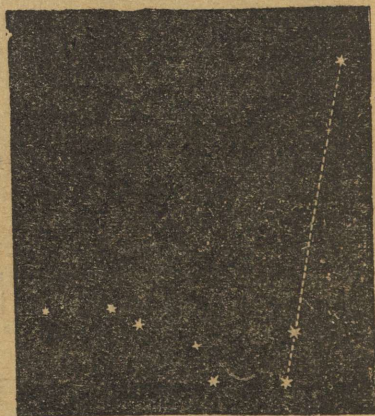
3. Taewakera.

nagu FF_1 — need tähed, mis ilmaski meie waatepiirile ei ilmu. Joonistuses on nooltega maailmakaera liikumise siht ära tähendatud.

Päikesel, kuul ja mõnel üksikul tähel, mida rändtähtedeks nimetatakse, ei ole seda korrapärast öö-päewa liikumist kui kinnistähedel, aga sellegipärast wõtawad ka nemad sellest liikumisest osa. Need ilmakehad on meie waatepiirile tõuswad ja looja minewad. Suure ja wäikse wankri tähtkonnad ei lähe meie juures mitte ilmaski looja. Kuid näit. lõunaristi tähtkond ei ilmu ilmaski waatepiirile.

Taewa poolitaja ja lõunasihid.

Kõige suuremat öö-päewa paralleelidest nimetatakse *t a e w a p o o l i t a j a k s*. Tema jaotab taewakera kaheks poolkeraks — põhja poolkera põhjanabaga ja lõuna-poolkera lõunanabaga. Joonistusel 3. on ring QQ_1 taewapoolitaja. Kujutame endile ette ringisi, mis maailma teljest taewa nabade kohalt läbi lähewad, neid nimetatakse *t a e w a l õ u n a s i h t i d e k s*. Üks nendest on QPQ_1P_1 . Allpool näeme meie, et nimet. taewaringide järel inimesed ka maa-



4. Suur wanker ja põhjanaan.

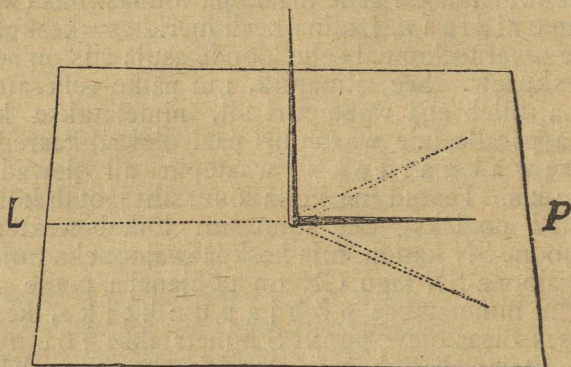
Nagu joonistusest näha, ei lõika mõned paralleelid waatepiirit, nad on üle tema (BB_1), teised lõikawad waatepiiri risti läbi (AA_1, QQ_1, DD_1), kolmandad ei lõika ka waatepiiri läbi, kuid on tema all (FF_1). Niisugustes ringides nagu BB_1 liiguwad need tähed, mis ilmaski waatepiiri alla ära ei kao (s. t. mitte ilmaski looja ei lähe), ringides AA_1, QQ_1, DD_1 — tõuswad ja looja minewad tähed, aga niisugustes paralleelides

kera pinnal endale sarnaseid ringe ette kujutavad, näit. maakera poolitaja ja lõunasihid. Waatepiiril SN tõmbame püstjoone CZ. Selle joone punkt Z, mis meie pää kohal ülewal on, nimetatakse la g i p u n k t i k s (Zenit), kuna tema wastu, waatepiiri all olew punkt ja l g p u n k t i k s (Nadir) kutsutakse. Pikkusejoon QPQ₁P₁, mis püstjoonest CZ läbi läheb, sünnitab ta pinnaga SN täisnurga, ehk teiste sõnadega, need kaks tasapinda seisawad loodis üksteise wastu. Waatepiirile loodis seisew tasapind nimetatakse püstloodis tasapinnaks. See teatud maakohale püstloodis olew lõunasiht nimetatakse selle maakoha lõunasihiks (wõõrakeeli sõnaga m e r i d i a a n, Ladina keeli meridies=keskpäew), sest kui päike omal teekonnal selle joone asub, siis on sellel maakohal keskpäew. See silmapilk, kui päike sellesama lõunasihhi kohta tuleb aga waatepiiri all, nimetatakse keskööks. Öö-päewa paralleelide waatepiiri pääl olewad kaared nimetatakse p ä e w a k a a r t e k s, waatepiiri all olewad — ö ö - k a a r t e k s. Teatud maakoha lõunasiht jaotab kõik päewaja öökaared pooleks. See lõunasiht lõikab waatepiiriwälja läbi, otsejoone SN kaudu, mis keskpäewajooneks nimetatakse. Keskpäewajoone SN jagu CN on põhjanaba poole pööratud, ja punkt N nimetatakse p õ h j a p u n k t i k s, keskpäewajoone teises otsas olew punkt S nimetatakse l õ u n a p u n k t i k s. Poolitajawäli lõikab waatepiiriwälja joone EW kohalt läbi. Joon EW seisab püstloodis joone SN pääl.

Ilmakaared. Meie nägime, kuidas waatepiiril tähtsaid punkte ja jooni saadakse. Peatame nende juures. Keskpäewajoone SN jagab waatepiiri 2 osasse: ühel pool keskpäewajoonest tõusewad tähed, teisel pool lähewad nad looja. Esimene pool nimetatakse i d a p o o l e k s, teine l ä ä n e p o o l e k s. Iga täht liigub ikka ühel ja sellesamal paralleelil ja tõuseb ning läheb looja ikka ühes ja sellesamas punktis. Mõnest taewakehast aga, nagu näit. päikesest ei wõi seda mitte ütelda. Nagu meie allpool näeme, wõtab päike küll öö-päewa liikumisest osa, kuid temal on pääle selle weel oma iseliikumine: ta ei tõuse ega lähe looja mitte ikka ühes ja sellesamas kohas. 22. märtsil ja 21. septembril liigub päike poolitaja kohal ja tõuseb nendel päewadel punktis E ja läheb looja punktis W. Esimest punkti nimetatakse i d a p u n k t i k s ja teist — l ä ä n e p u n k t i k s. Joon EW, on püstloodis keskpäewajoonele ja jaotab waatepiiriwälja kahte osasse — p õ h j a - ja l õ u n a o s a s s e. Niiwiisi saame meie waatepiiril 4 punkti: põhi, lõuna, ida ja lää. Nad jagawad waatepiiri nelja ühepikkusesse osasse, mis i l m a k a a r t e k s kutsutakse. Neid nelja ilmakaart tähendatakse järgmiste tähtedega: põhjakaart — tähe N,

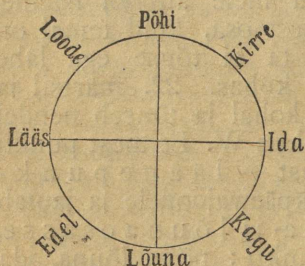
lõunakaart — tähe S, idakaart E ja läänekaart W-ga. — Pääle nende nõnda nim. p ä ä - i l m a k a a r t e on veel neli kõrwalist: põhja ja ida wahel on kirre, ida ja lõuna wahel — k a g u, põhja ja lääne wahel seisab l o o d e ja lääne ja lõuna wahel — e d e l.

Ilmakaari wõib veel keskpäewa warju järele otsustada. Kui meie kepi lageda koha pääle õigesti püsti paneme, siis näeme, et kepi wari, mis hommikul õige pikk oli, lõunajal lühikeseks jääb ja õhtul jälle pikaks wenib. Aeg, mil wari kõige lühem on, nimetatakse k e s k - p ä e w a k s.



5. G n o m o n.

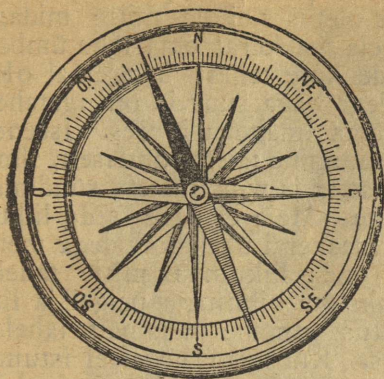
Keskpäewa wari langeb põhja poole; kriipsu, mida mööda wari langeb, nimetatakse k e s k p ä e w a j o o n e k s. Waatame nüüd keskpäewajoont mööda põhja poole, siis seisab meie ees põhjakaar, selja taga — lõunakaar, paremal käel idakaar ja pahemal käel — läänekaar. Püstloodis keppi, millega keskpäewajoont ära määratakse, nimetatakse Greeka keeli sõnaga g n o m o n.



6. Waatepiiri ja ilmakaared.

Waatepiiri joonistatakse hari-likult ringjoone kujul. Ulesse tähendatakse põhi, alla — lõuna, paremale poole — ida, pahemale poole — lääs.

Igakord ei ole mitte wõimalik ilmakaari päikese järele üles otsida. On taewas pilwis, siis ei näe meie mitte päikest ja ei tea ka, millal ta südalõunas seisab. Tutwas kohas, näituseks säääl, kus meie elame, wõime ilmakaari küll igal ajal üles leida, kui neid kord juba üles oleme otsinud.



7. Kompass.

Oleme meie mere pääl wõi kusagil wõõras kohas, siis ei tea sugugi ütelda, kus lõuna- ja põhjakaar seisawd. Seesugusel korral juhatab meile alati magneedinõelake ilma kaari kätte. Tema seisab terawa nõela otsas ümmarguse karbi sees, millel klaasist kaas pääl on. Karbi põhja pääle on ilmakaared üles tähendatud. Magneedinõelal on niisugune omadus, et ta alati ühe otsaga põhja poole näitab. Seesugust magneedinõelaga karpi nimetatakse kompassiks.

Magneedinõel ei näita mõnes kohas maakera pinnal mitte karwa päält põhja poole, waid ta kaldub sellest weidi kõrwale. Meresõitjatele on ise tabelid kokku seatud, kus magneedinõela kõrwalekaldumised iga maakoha kohta on üles tähendatud.

Pääle gnomoni ja kompassi on keskpäewajoone äramääramiseks weel teisi abinõusid olemas. Üks tähtsamatest on keskpäewajoone äramääramine põhjanaela järele. Taewa põhjanaba seisab üsna põhjanaela lähedal (w. joonistus 3). Kujutame endale otsejoone ette meie juurest põhjanaelani, see oleks taewatelg. Edasi kujutame endale püstwälja ette sellest joonest läbi. Seal kus see püstwäli silmapiiriwäljaga kokku puutub, on meil keskpäewa joon. Lihtsamalt öeldes, kui meie silmnäo põhjanaela poole pöörame, siis on meie ees silmapiiril põhi, meie seljataga aga lõuna.

Taewatähtede öö-päewa liikumise põhjusest.

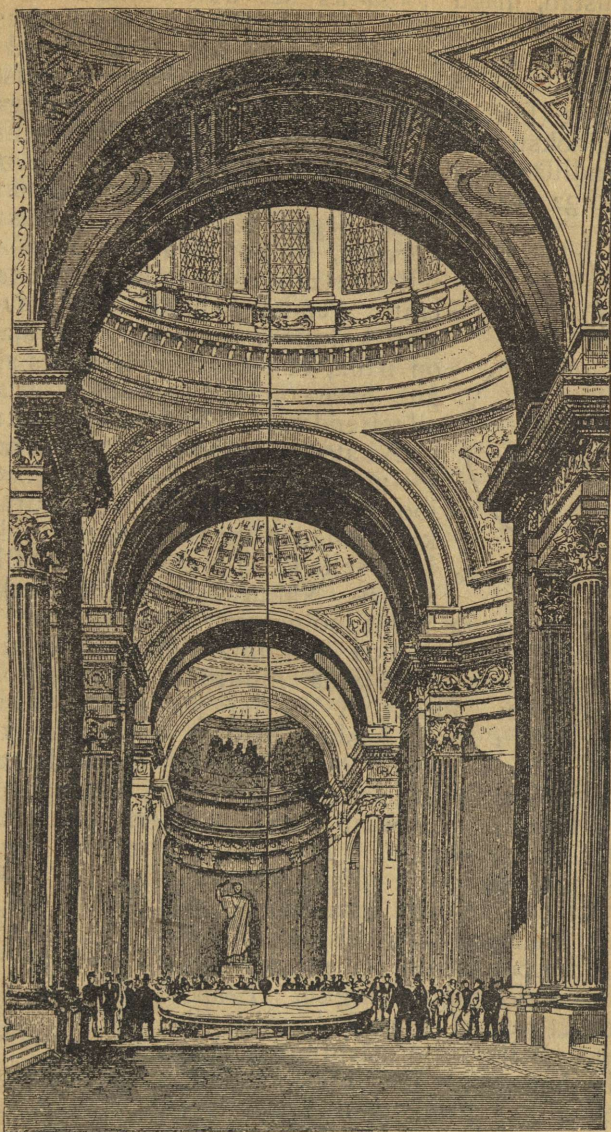
Oletada, et taewatähed tõepoolest ümber maakera ida poolt lääne poole tiiruwad ja öö-päewa jooksul täie ringi teewad, on wõimata. Tõepoolest, ei ole wõimalik endale niisugust kiirust ette kujutada, millega niisugusel juhtumisel peaksid liikuma taewatähed, mis meitest nii wäga kaugel on, ja niisugust jõudu, mis neid sunniks nii lühikese aja jooksul kui öö-päew, nii suuri ringe teha. Wõimata on endale ette kujutada, et kiirus nendel nii mitmel kaugusel üksteisest olewatel taewatähtedel oleks iga ühe juures nii karwapäält ära seatud, et üks mitte teisest mööda ei jõuaks, järjelikult, et nende wastastikune seis mitte ei muutuks.

Palju lihtsam on oletada, et maakera igast küljest liikumata ilmakehadest ümber piiratud, ise oma telje ümber

nagu wurr liigub lääne poolt ida poole, öö-päewa jooksul ühe keeru tehes. Niisuguses oletuses ei ole mitte midagi wõimatumat. Miski asi ei keela maakerat oma telje ümber pöörast. Maakera pinna üksikute teljest kaugemal olevate punktide liikumine ei olegi väga suur ja on igatahes vähem kui mitme palju suurema ilmakeha juures. Iseenesestki mõista, peab maakera liikumine täiesti ühtlaselt, ilma tõugedeta ja äkiliste kiirustamisteta ja wiitusteta sündima, nii et meie seda tähele ei pane. Meie ei pane seda liikumist tähele, sest meie liigume maakeral ühes kõikidega meid ümbritsewate asjadega. Oma enda liikumist mitte tähele pannes, näib meile, nagu seisaksime liikumata paigal ja liiguks taewawõlw. Sarnast nähtust paneme meie näit. tähele, aurulaewaga jõe mööda sõites. Kui meie laewalael istume ja kaldale waatame, siis näeme, nagu seisaks laew paigal ja nagu jooksesid meile jõekaldad wastu. Ümberpöördult, kui meie wagunis istume, mis paigal seisab, ja meie kõrwal edasilikuwa rongi pääle waatame, siis näeme, nagu seisaks wiimane ja nagu liiguksime meie wastupidises sihis. Niisugused optilised pettumused ei ole mitte haruldased ja nad kestawad nii kaua, kui mitte mõni iseäralik põhjus meile meie eksitust ära ei näita. Nii on ainult waja aurulaewalt pilku weepinnale heita ehk wagunist maapinnale ja meile on meie eksitus selge.

Maa pääl on palju nähtusi, mis ainult maakera pööramise läbi ümber tema telje wõib ära seletada ja järjelikult selle liikumise tõendusteks wõiwad olla. Siin nimetame ainult järgmisi: maakera on mõlemate nabade juures weidi lapergune; kukkuwad asjad pöörawad ennast kukkumise juures weidi ida poole; ristloodis liikuwad asjad (jõed, tuuled jne.) pöörawad ennast põhja-poolkeral paremale poole ja lõuna-poolkeral-pahemale poole.

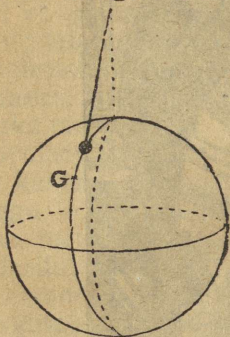
Foucault' (fukoo) katse pendliga. Maakera liikumist ümber oma telje tõendab meile kõige paremalt Foucault' katse pendliga. Nagu meie füüsikast teame, kiigub pendel ikka ühes ja sellessamas püstwäljas, milles ta oma liikumist algas. Oletame nüüd, et meie wiibiksime maakera põhjanabal ja seaksime sääl pendli kiikuma, nimelt püstwäljas G (joonistus 9), mis Greenwichi (grinitshi) pikkusejoonest (meridiaanist) üle läheb. Kuna maakera oma telje ümber ringi käib, liiguwad kõik pikkusejooned temaga ühes, ja 6 tundi hiljemalt saab püstwäli, mis Greenwichi pikkusejoonest läbi jookseb, oma endise seisukorraga just täiswinklis olema. Pikkusejooni wõime joontega kujutada, mis just pendli alt ristamisi jooksewad. Maakera naba juures käib sarnane joonestik iga 24 tunni kestwusel ühe



8. Foucau't' katse pendliga Pariisi pantheonis.

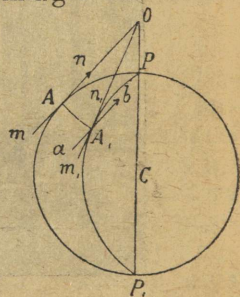
korra oma keskpunkti ümber ringi. Kuid püstväli, milles pendel liigub, ei keera mitte maakeraga ühes, vaid peab esialgselt seisukorrast kinni. Selle tõttu jookseb terve joo-
nestik 24 tunni jooksul pendli liikumiseväljast läbi, kuna

meile paistab, nagu jookseks see väli 24 tunni kestvuse-meridiaanide joonestikust üle ja selkombel tunniaegasid kui jutaks. Kuid asi on palju keerulisem, kui pendel mingi teise laiuisejoone kohal seisab. Prantsuse looduseuurija Foucault (fukoo) tegi Pariisis seda katset pendliga, maakera ringjooksu otsekoheseks tõestamiseks. Ta võttis väga raske pendliläätse ja riputas selle 50 jala pikkuse peene terasest traadiga laua kohale, mille ring kraadideks jaotatud oli.



9. Foucault katse juurde.

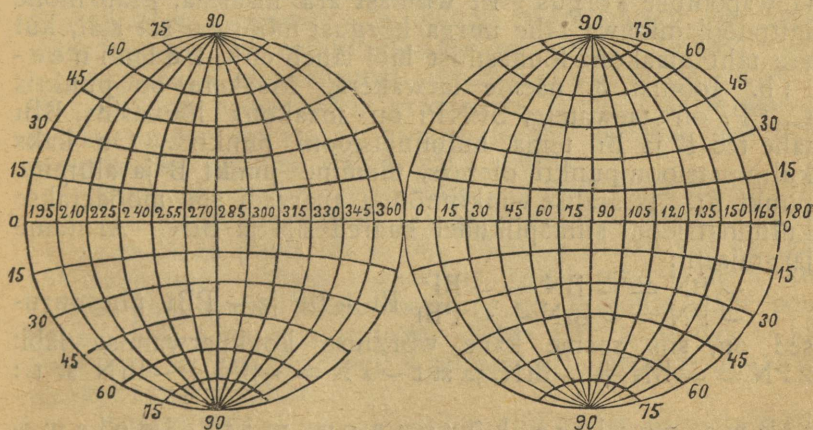
Katse tegija tõmbab läätse ristloodist kõrwale, hoiab teda tüki aega ühes ja sellesamas olekus ja laseb siis tasakesti lahti. Pendel hakkab muidugi teatud sihil kiikuma, aga juba tunni aja pärast on näha, et tema hoopis teises sihis liigub. Seega on laud oma seisukorda pendli all teisenud. Allseiswas joonistuses 10. on A katsetegija seisukoht maakera pinnal, P—põhjanaba ja mn—pikkusejoone riiwjoon punktis A. Riiwjoon puutub maakera pinda vähemalt punkt A lähedalt ja on selle koha pikkusejoone APP_1 püstväljas. Nähtawasti on ta ka keskpäewajoon, ning n on ta põhjapoolne ots. Meie panime alguses pendli seda joont mööda kiikuma. Mõne tunni järele on maakera oma seisukoha muutnud oma telje ümber pööramise tõttu. Punkt A on A_1 jõudnud, pikkusejoon on nüüd A_1PP_1 ning keskpäewajoon on nüüd ka uuel kohal ja nimelt m_1n_1 . Meie näeme, et keskpäewajoon nüüd uuel seisukohal, asub, ta põhja- ja lõunapunktid on edasi nihkunud. See võib ainult maakera pööramise läbi oma telje ümber sündida. Meie ei pane mingit muudatust tähele keskpäewa joone sihis ja tema otsades. Põhi paistab meil ikka wanal kohal olewat ja lõuna, niisama ka teised ilma-kaared. Tõepoolest on see nii, kui maakera oma telje ümber liigub. E-spool kuulsime et pendel oma kiikumise sihti ei muuda. Sellepärast märgime ta kiikumise sihi joonega ab ära, mis joonele mn paralleelne on. Kuid joon ab ei lange mitte keskpäewajoonega kokku, nüüd ei ole pendeli kiikumise siht ab mitte põhjast lõunasse, waid ennem kirdest edela poole jne. Pendel jääb ikka ühes sihis kuna keskpäewajoon pikkamisi oma sihti muudab. Kirjeldatud nähtust muidu seletada ei või, kui peab tõeks tunnistama, et maakera oma telje ümber liigub. Siia juurde peab lisama, et kuna



10. Foucault katse juurde.

waatepiir maakera nabadel pendeli all öö-päewa jooksul 360° ringi teeb, nabadest eemal waatepiir seda vähema ringi teeb, mida lähemal katsetegemise koht poolitajast on. Poolitaja all ei muuda ennast waatepiir pendeli kiikumise kohta mitte sugugi, sest siin on keskpäewajoon igas poolitaja punktis iseenda kohta paralleel, sest ta on ikka poolitaja kohta püstloodis.

Geograafilised koordinaadid. Nagu taewakeral, nii kujutatakse ka maakera pinnal lõunasihte ja paralleele, mis täiesti taewakera lõunasihtidele ja paralleelidele wastawad. Kujutame endile ette taewakera ning selle sees maakera. See jagu taewateljest, mis maakerast läbi läheb, nimetatakse maakera teljeks. Taewapoolitaja wäli sünnitab seal, kus ta maakera läbi lõikab, maakera pinnal, maakera poolitaja. Niisama sünnitawad ka taewakera lõunasihtide wäljad maakera pinnal lõuna- ehk pikkusesihte. Taewa paralleelidele wastawad maakera pinnal ka poolitajaga kõrwuti jookswad sihid, mis laiusesihtideks nimetatakse. Iga pikkusesiht jagatakse 180 kraadi ja loetakse poolitajast mõlemate nabadeni, 0 kuni 90. Kõik pikkusesihid on ühepikkused ja jooksewad nabades kokku. Kui kaks pikusesihti teine teise wastu seisawad, siis tekib nendest ringjoon mis maakera kaheks poolkeraks l ä ä n e - ja i d a - p o o l k e r a k s jagab. Iga laiusesiht jagatakse ka, nagu poolitaja 360 kraadi. Mida kaugemal nad poolitajast seisawad, seda lühemaks nad jääwad — Laiusesihtide kraadisid loetakse mõnest pikkusesihist pääle hakates, mida harilikult esimeseks wõetakse. Loetakse neid kraadisid ainult ühele poole poolitaja ümber, siis arwatakse 0 kuni 360, kui aga mõlemile poole, siis loetakse 0 kuni 180.



11. Pikkuse- ja laiusesihtid.

Kohtade kaugust poolitajast põhja või lõuna poole nimetatakse geograafiliseks laiuseks. Asub maakoht poolitajast põhja pool, siis räägime põhja-laiusest, asub ta poolitajast lõuna pool, — siis lõuna-laiusest. Kohtade kaugust esimesest lõuna- ehk pikkuselahendusest ida või lääne poole kutsutakse geograafiliseks pikkuseks. Asub maakoht esimesest lõunasihist ida pool, siis räägime idapikkusest, kui lääne pool — siis läänepikkusest.

Et lõunasihid kõik ühepikkused on, siis võib igaühte nendest esimeseks võtta ja null-lõunasihiks kutsuda; sellepärast tähendatakse ka kohtade pikkuse juures alati esimese lõunasihiki koha nimi ära. Harilikult loeti esimeseks seda lõunasihiki, mis läbi Ferro saare (Aafrika läänerannas) läheb. Uuemal ajal võetakse tihti esimeseks Greenwichi (grinnitshi) lõunasihiki; see läheb Inglismaal Londoni linna lähedal üle Greenwichi tähetorni. Wene geograafilistel kaartidel loetakse suuremalt jaolt esimeseks Pulko wo tähetorni üle (Peeterburi lähedal) minewat lõunasihiki.

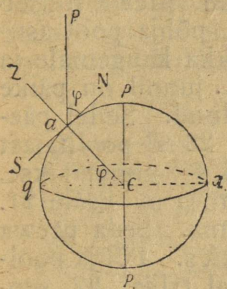
Geograafilist pikkust ja laiust nimetatakse geograafilisteks koordinaatideks.

Geograafiliste koordinaatide äramääramine. Et teatud maakera geograafilist laiust ära määrata, selleks on vaja winklimõõtja aparaadiga ära määrata taewapooluse kõrgust üle selle maakoha waatepiiri. Kui a teatud maakoht makera pinnal on (waata joon. 12), ning SN keskpäewajoon, siis on φ selle maakoha geograafiline laius. Nurk φ on nurga paN ühesuurune. Wiimases läheb joon ap taewapooluseni (maakera teljega kõrwuti). Nurk paN on taewapooluse kõrgus. Et wiimast ära määrata, peab mõne mitteloogaminewa tähe nurga kõrgust mõõtma, sel ajal, kui see täht maakoha lõunasihist läbi läheb ehk kulmineerib. Joonist. 3. näeme taewakera. Maakera on punktis C , PP_1 on taewatelg, $SPNP_1$ on maakoha lõunasihik, BB_1 tähe tee B ja B_1 tema kulminatsioonipunktid. On kaks kulminatsioonipunkti olemas, ülemine punkt B ja alumine punkt B_1 . Iseäralise winklimõõtja aparaadi abil mõõdetakse kulminatsioonipunkti silmapilkudel kaared BN ja B_1N . Arutame järgmiselt:

$\sphericalangle PN = \sphericalangle BN - \sphericalangle BP$
 $\sphericalangle PN = \sphericalangle B_1N + \sphericalangle PB_1$. Et $\sphericalangle BP$ ja $\sphericalangle PB_1$ ühesuursed on, siis saame kahe sõrdluse kokkuarvamise läbi:
 $2PN = \sphericalangle BN + \sphericalangle B_1N$, ja siit $\sphericalangle PN = \frac{\sphericalangle BN + \sphericalangle B_1N}{2}$ s. t.:

taewa pooluse kõrgus on mitteloogaminewa tähe kõrguste (tema ülemises ja

alumises kulminatsioonipunktis) poole summa suurune. Et aga maakoha geograafiline laius pooluse kõrgusega ühesuurune on, siis leiame meie niiwiisi ka maakoha geograafilise laiuse.



12. Geograafilise laiuse äramääramine.

Geograafilise pikkuse äramääramiseks tarwitatakse hronomeetrit, s. o. iseäralist peenelt tehtud ning õieti käiwat tunnikella. Meile paistab, nagu teeks päike 24 tunni jooksul terve ringi maakera ümber, s. o. 360° . Kui päike maakoha meridiaanis asub, siis on sellel maakohal lõuna. Tunnikell näitab siin sell silmapilgul 12. Meile paistab, nagu liiguks päike ida poolt lääne poole, siin juures enamalt idapoolsete maakohtade meridiaani astudes ja siis läänepoolsetesse meridiaanidesse. Kui meie teame, mille aja jooksul päike ühest meridiaanist teisele jõuab, siis wõime seda

aega graadideks ja nende osadeks ümber arwata ja leiame niiwiisi kahe maakoha geograafilise pikkuse wahe. Kui meie hronomeetri ühe maakoha aja järele õieti seame ja temaga teise maakohta sõidame, mis teise meridiaani all asub, siis wõime mõlema maakoha kella wahe põhjal nende maakohtade geograafilise pikkuse wahet ära määrata. Niiwiisi hronomeetrit ühest kohast teise meridiaani all olewasse kohta wiies, wõime mõlema maakoha geograafilist pikkust äramäärata.

Kui kaks maakohta telegrafi läbi ühendatud on, siis on väga lihtne ühe maakoha geograafilise pikkuse äramääramine teise maakoha omaga wõrreldes. Elektri wool liigub traadi kaudu silmapilguga ühest kohast teisale. Kui ühest kohast telegraafi wõi telefoni läbi kohaliku aja järele märk antakse, siis wõib sellsamal teel teisest kohast teada saada kui palju seal selsamal silmapilgul kell sealse aja järele oli. Kellaaja wahet wõib graadideks, minutiteks ja sekundideks ümber arwata, ja niiwiisi wahet mõlema maakoha geograafilise pikkuse wahel wälja arwata.

Et maakera ühe terve ringi ehk 360° 24 tunni jooksul teeb, siis liigub iga punkt maakera pinnal 1 tunni jooksul 15° edasi lääne poolt ida poole. Sellega näitab siis ka igas 15° lääne pool olewas maakohas kell 1 tund wähem kui 15° ida pool olewas maakohas, ning iga 1° kohta lääne pool näitab kell 4 minutit wähem. Sellewastu käib igas 1° ida pool olewas maakohas kell 4 minutit ette lääne pool asuwa maakoha tunnikellast.

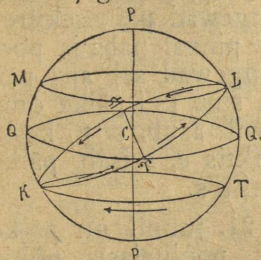
Aastaajak. Kui meie päikese liikumist, nagu ta meile taewawõlwil silma paistab, lähemalt tähele paneme, siis näeme

et päike mitte ikka ühe ja sellesama paralleeli kaudu ei liigu nagu tähed. Meie näeme, et päikese tõusu ja loojamineku kohad muutuvad. 21. märtsil tõuseb päike idas E punktis (joon. 3) ja läheb looja punktis W. Sel päewal näib päike poolitaja QQ_1 kaudu liikuvat. Pääle nim. päewa tõuseb päike ja läheb looja punktides, mis enam põhja pool asuvad, ning liigub paralleelide kaudu, mis ikka kaugemale ja kaugemale poolitajast eemale lähewad. 21. juunil on päike kõige suuremale kaugusele poolitajast jõudnud. Sellel päewal liigub päike paralleeli AB kaudu mis $23\frac{1}{2}^\circ$ poolitajast eemal on ja wähja pöörijooneks nimetatakse. Päikese tõusu ja loojamineku punktid on m ja n. Pääle 21. juunit hakkab päike jälle poolitajale liginema. Seda päewa nimetatakse suwiseks pööripäewaks. Põhja poolkeral algab nüüd suwi, aga lõuna-poolkeral talw. 22. septembril tõuseb päike jälle E punktis ja läheb looja W punktis. Päike liigub nüüd jälle poolitaja QQ_1 kaudu. Seda päewa nimetatakse sügiseks pööripäewaks. Põhja poolkeral algab sügise. Nüüd hakkab päike poolitajast jälle eemale minema, kuid nüüd lõuna poole, kuni ta 21. detsembril paralleeli kaudu liigub, mis $23\frac{1}{2}^\circ$ poolitajast lõuna pool on ja kaljukitse pöörijooneks nimetatakse, 21. detsembert nimetame talwiseks pööripäewaks. Põhja poolkeral algab talw, kuna lõuna-poolkeral suwi algab. Nüüd lähineb päike jälle poolitajale, kuni ta 21. märtsil, kewadisel pööripäewal, poolitaja kaudu liigub.

Sellest kõigest järgneb, et päikene ühes teiste tähtedega öö-päewa liikumisest osa wõtab, kuid ka, et temal pääle selle weel isesugune liikumine on. Pääle päikese loojaminekut ja enne päikese tõusu selget taewast silmitsedes, paneme tähele, et päike teatud tähtkondadega wõrreldes oma seisukohta taewawõlwil muudab. Kuid meie wõime ka kindlasti ära määrata, missugustes tähtkondades päikene aasta-aastalt liigub. Need tähtkonnad kannawad wanade greeklaste poolt nendele antud nimesid: oinas, sõnn, kaksikud, wähk, lõwi, neitsi, kaal, skorpion, kütt, kaljukits, weemes, kalad. Päikene liigub nähtawalt iga päewa jooksul umbes ühe kraadi wõrra tähtedest ida poole. Nii edasi rännates käib päikene aasta jooksul nimetatud kaheteistkümne tähesalga eest mööda, enne kui ta jälle sellesama tähesalga juurde tagasi jõuab, kus ta aasta eest oli.

Wõtame puust ehk papist kera, pistame temast kepi läbi, mis maakera telje kujutaks ja joonistame kera pinnale ringid, mis taewakera ringidele wastaksid, ning peale selle tähendame ära täppidega tähti, siis saame niiviisi taewaloo buse. Kui meie wõimalikult sagedasti selge ilmaga

päale päikese loojamineku taewast waatleme ja päikese seisukoha tähtede seas taewagloobusel täpiga ära tähendame, siis saame aasta jooksul gloobuse päale rida täppeid, mis meie joone läbi ühendada võime. Sellel joonel on suur ringi kugu. Päike asub ikka sellel joonel ei lahku siit ilmaski. Seda ringi nimetatakse ekliptika'ks. Ekliptika ei lange poolitajaga kokku, waid sünnitab temaga $23\frac{1}{2}^{\circ}$ nurga. QQ₁

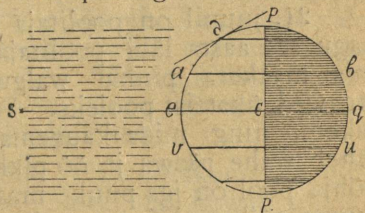


13. Ekliptika, poolitaja ja pöörijooneid.

on taewapoolitaja (joon. 13) ja KL — ekliptika. Mõlemad tasapinnad sünnitawad, üksteist läbilõigates, joone γ . Poolitajaga kõrwuti olewa noolega on meile nähtaw tähtede öö-päewa liikumine äratähendatud, ning ekliptikaga kõrwuti olewa noolega — päikese liikumine aasta jooksul. Kujutame endile ette, et taewakera ümber taewatelje pöörab, et ta ühe ringi teeb ööpäewa jooksul ja et päike liigub mööda ekliptikat, mis taewakeraga ühes ümber taewatelje pöörab. Päikese teekond kujuneb taewagloobusel sopilise joonena. See joon kujutab meile päikese ööpäewa liikumise ühes ta aasta liikumisega, nagu see meile silma paistab. See sopiline joon asub pöörijoonte ML ja KT wahel.

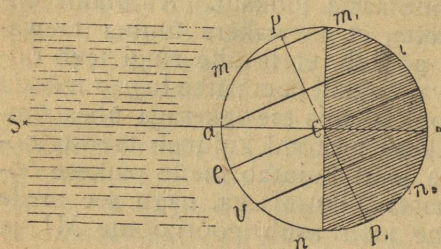
γ (kaljukitse) punktis tuleb päike, ekliptika kaudu liikudes, lõuna-poolkeralt põhja-poolkerasse. Seda punkti nimetatakse kewadise pööripäewa punktiks. Selle wastu tuleb päike ϵ (wähja) punktis põhja-poolkerast lõuna-poolkerasse. Punktid K ja L on suwise ja talwise pööripäewa punktid.

Öö ja päewa pikkus. Aastajad. Meie teame, et päewa ja öö pikkus aastajooksul muutub ja et see pikkus igas maakohas isesugune on. Kewadisel ja sügisel pööripäewadel asub päike poolitaja kohal. Siis langewad päikese kiired maakera pinnale poolitaja tasapinnaga kõrwuti. Päikese kiired langewad maakera pinna selle osa päale mis, päikese poole on pööratud, kuna maakera pinna teinepoolne osa pime on. Piir walgustatud ja walgustamata maakera pinna osade wahel läheb mõlemast maakera nabast läbi, nagu joon. 14 näha wõib. Meie teame ka, et maakera oma telje ümber lääne poolt ida poole pöörab. Joonistusest 14. näeme, et walgustatud ja walgustamata



14. 21. märtsil ja 22. septembril.

maakera osade wahel olew piirijoon igat maakera paralleeli pooleks jaotab. On selge, et iga paralleeli iga punkt, näit. a, d, v niisama kaua walgustatud on, kui ta walgustamata on. Sellest järgneb, et 21. märtsil ja 22. septembri ümber terwel maakera pinnal päew niisama pikk on kui öö. — Nagu joonist. 14 näha, on kewadise ja sügisese pöörpäewa ümber päike maakera nabade kohal waatepiiril näha. Igas maakohas nabade ja poolitaja wahel langewad päikesekiired wiltu maakera pinnale. Kuskil maakera pinnal naba ja poolitaja wahel punktis d, näit. Tallinas, langewad sel ajal päikesekiired wiltu maakera pinnale isegi siis, kui päike oma kõige kõrgemal seisukohal taewawõlwil asub, s. t. keskpäewa ajal. Poolitaja kohal, näit. punktis e, seisab päike keskpäewa ajal otse päa kohal, s. t. zenii'ts.



15. 21. juunil.

21. juunil on päike $23\frac{1}{2}^{\circ}$ poolitajast põhja pool, ehk teiste sõnadega, päikesekiired sunnitawad poolitaja tasapinnaga $23\frac{1}{2}^{\circ}$ nurga (waata joonist. 15). Maakera laiusesiht ab, mis selle öö-päewa paralleeliga kokku langeb, kus sel korral päike asub, nimetatakse wä h j a p ö ö r i -

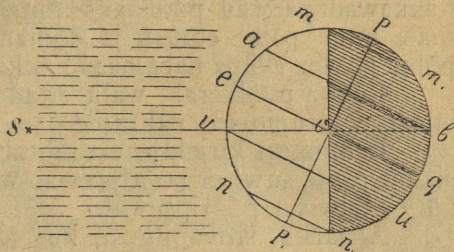
j o o n e k s. Kujutame endile ette maakera keskkohast (C) läbi tasapinda m_1n , mis päikesekiirtega püstloodis seisab. See tasapind on sel ajal ka rajaks maakera pinna walgustatud ja pimedada osade wahel. Wastastikku püstloodis joonte läbi sunnitatud terawad nurgad ace ja pcm, on ühesugused. Nurgal ace ehk kaarel ae on $23\frac{1}{2}^{\circ}$, niisama palju kraade on ka kaarel pm₁. Tõmbame punkt m_1 läbi laiusesihi. See laiusesiht seisab põhjanabast $23\frac{1}{2}^{\circ}$ kaugel ja poolitajast $66\frac{1}{2}^{\circ}$, teda nimetatakse p ö h j a - n a b a j o o n e k s. Temale wastaw laiusesiht lõuna-poolkeral nimetatakse lõuna-nabajooneks.

21. juunil on poolitaja kohal öö ja päew ühepikkused, nagu see aasta läbi poolitaja all on, sest poolitaja ja ring, mis maakera pinnal walgustatud osa pimedast lahutab, jagawad üksteist pooleks. Wähja pöörijoonel on päew ööst pikem, ning mida kaugemale põhja poole seda suuremaks läheb wahe päewa ja öö pikkuse wahel. Põhja nabajoonest põhja pool on iga punkt maakera pinnal maakera pööramise juures päikesekiirtest walgustatud, siin ööd ei ole. Nabajoonel lähedal olewates maakohtades ei lähe päike ühe ehk mõne öö-päewa jooksul looja, kaugemal olewates maakohtades — pikema aja jooksul, põhja nabal aga on päike kuue

kuu jooksul taewawõlwil näha. Põhjanabal ei ole nüüd päike mitte waatepiiril nagu 22. märtsil, waid $23\frac{1}{2}^{\circ}$ waatepiirist kõrgemal. Kõrgemale ei tõuse siin päike ülepää mitte. Wähja pöörjoolonel asub päike keskpäewa ajal zeniiis, poolitajal — $23\frac{1}{2}^{\circ}$ zeniiist põhja pool. Lõuna-poolkeral on päew ööst lühem, aga lõuna nabajoonest lõuna pool päewa ei ole, waid ainult öö, mis seda kauemat aega wältab, mida lähemale meie lõunanabale asume, kus öö kuus kuud kestab.

21. detsemb. (joon.

16) seisab päike $23\frac{1}{2}^{\circ}$ poolitajast lõuna pool ja keskpäewa ajal nende maakohtade zeniiis, mis ringi vu kohal asuwad. Seda ringi nimetatakse maakerakalju-kitse pöörjooloneks. Ring mn, on rajaks walgustatud ja



16. 21. detsembril.

walgustamata maakohtade wahel. Poolitaja pääl on nagu ennegi öö ja päew ühepikkused, põhja-poolkeral on päew lühem kui öö, lõuna-poolkeral — päew pikem kui öö, põhjanaba ümber on öö, lõunanaba ümber — päew.

Meie oleme nüüd neli tähtsamat päikese seisukohta ekliptika pääl harutamise alla wõtnud, kuid nende põhjal wõime meie endale ka kõiki päikese wahepäälseid seisukohti ette kujutada. Peab ainult seda meelepidama, et päike järjesti kas poolitajast eemale liigub, ehk poolitaja poole. Uhes sellega muudab oma seisukohta ka raja walgustatud ja walgustamata maakohtade wahel. Missugustes piirides see kõik sünnib on ülewal toodud seletustest ja ligipandud joonistustest selgesti näha. Ajajärku kewadisest pöörpäewast (21. märtsist) kuni suwiseni pöörpäewani (21. juunini) nimetatakse põhja-poolkeral kewadeks. Selles ajajärgus lähewad põhja-poolkeral päewad ikka pikemaks, kuna ööd lühemaks lähewad. Päike tõuseb ikka kõrgemale waatepiirile ja päewatõusu ja -loojamineku punktid liiguwad põhja poole (waata joon. 3.). Põhja-poolkera nabamaad wabanewad ikka enam ööst, kuna lõuna-poolkera nabamaades wastupidi wõit öö kätte läheb.

Kewade järele algab 21. juunil põhja-poolkeral suwi, mis kuni 22. septembrini kestab. Suwel hakkawad põhja-poolkeral päewad lühemaks minema, päike langeb ikka madalamale, waatepiiri lähemale, ning päewatõusu ja -loojamineku punktid liiguwad lõuna poole. Põhja nabamaades kaob walgus ning pimedus läheneb.

Ajajärku sügisest pööripäewast (21. septembrist) kuni talwiseni pööripäewani (21. dets.) nimetatakse põhja-poolkeral s ü g i s e k s. Sellel poolkeral lähewad päewad weel lühemaks, päike läheneb weel enam waatepiirile ning päewatõusu ja -loojamineku punktid liiguwad weel enam lõuna poole.

Sügisele järgneb t a l w, — ajajärk talwisest pööripäewast (21. dets.) kuni kewadise pööripäewani (21. märtsil). Nüüd hakkawad päewad pikemaks minema, päike tõuseb kõrgemale ning päikesetõusu ja -loojamineku punktid liiguwad põhja poole. Põhja nabamaad hakkawad enam walgust saama.

Lõuna poolkeral walitsewad kirjeldatud ajajärkudes täiesti wastupidised nähtused.

Eelmistest kirjeldustest selgub, et põhja poolkeral kõige pikem päew suwisel pööripäewal walitseb, ning kõige pikem öö — talwisel pööripäewal.

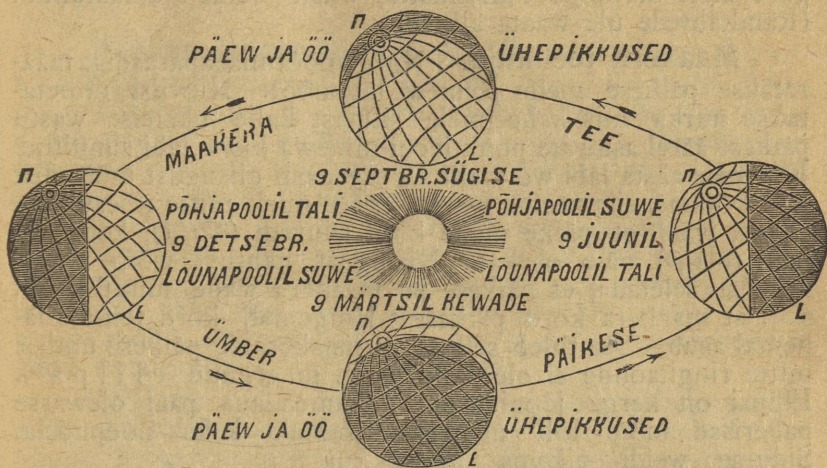
Ajajärku silmapilgust, kus päike ekliptikal kewadisest ööpäewapunktist läbi läheb, kuni järgmiseni sellest punktist läbimine kuni nimetatakse a a s t a k s.

Kliimawööd Pööri- ja nabajoonte läbi jagatakse maakera pind 5 kliimawöösse: p a l a w ehk t r o o p i k a wöö — pöörijoonte wahel. 2 p a r a j a t wööd — pöörijoonte ja nabajoonte wahel ja 2 k ü l m a ehk p o l a a r w ö ö d — nabade ümber kuni nabajoonteni. Igas troopikawöö maakohas asub päike kaks korda aasta jooksul zeniidis. Teiste kliimawööde maakohtades ei asu päike mitte ilmiski zeniidis: siin langewad päikese kiired ikka wiltu maakera pinnale. Niisugune jaotus wastaks kliimaoludele maakera pinnal, kui wiimane igal pool täiesti ühesugune oleks. Kuid seda ei ole olemas. Ning iga maakoha iseäraldusi maakera pinnal tähelepanes ja seda mitmekesidust, mis selles asjas maakera pinnal walitseb, leiame ka, et looduslikud kliimawööd maakera pinnal geograafilistest lahku lähewad, nagu meie seda allpool (füüsilise geograafia osas) näeme.

Maakera tiirumine päikese ümber. Meie nägime juba, et tähtede öö-päewa liikumine äraseletada tuleb maakera pööramise läbi oma telje ümber. Tahtmata tuleme mõtte pääle, kas mitte ka nähtaw päikese aastane liikumine maakera liikumise läbi äraseletada ei tule. See mõte leiab ka weel seeläbi toetust, et palju loomulikum on oletada väikese keha liikumist suure ümber kui ümberpöördud. Allpool näeme ka, et päike maakerast otsatu suurem on. Uurimised on tõeks teinud, et maakera tõesti päikese ümber tiirub ja aasta jooksul ühe ringi päikese ümber ära käib. Selle maakera liikumise juures on maakera telg ikka ühte

poole pööratud ja sünnitab selle tasapinnaga, kus päike ja maakera asuvad, $66\frac{1}{2}^{\circ}$ nurga. Maakera pinnal asudes ja ühes temaga liikudes, ei pane meie maakera liikumist tähele, waid arwame, et päike liigub.

Oletame, et maakera ringis ümber päike tiirub. Seda ringi nimetatakse m a a k e r a t e e k s e h k o r b i i t a k s.



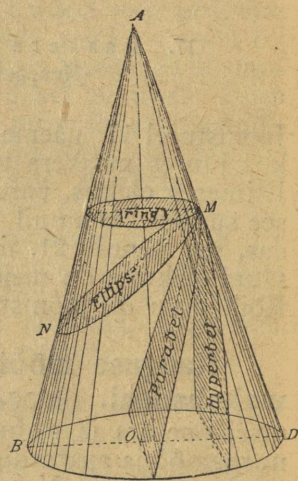
17. Maakeratiirumine päikese ümber.
(Kuupäewad on wana kalendri järele).

Joonistusel 17. näeme meie maakera tema teel neljas olekus, kus juures maakera telg nL ikka ühte poole on pööratud. Esimeses olekus, paremal pool, on põhja-naba walgustatud, see sünnib 21. juunil. Pahemal pool on põhja-naba pime-das, see sünnib 21. detsembril. Eespool ja tagapool kujutatud olekutes on meie maakera 21. märtsil ja 22. septembril. Kõik muu on joonist. 14—17 iseenesestki selge.

Kauguse mõõtmine maakerast kuni teiste taewakehadeni. Mõõdame maakera pinnal wõimalikult pika otsejoone ära ja sihime selle joone mõlemilt poolt otsadest nurgamõõtja aparaadiga taewakeha pääle, mille kaugust meie tahame mõõta. Neist nurkadest, mis, taewakeha pääle sihitides, maakera pinnal olewa joone otsades selle joone ja nägemisekiirte wahel sünniwad ning joone pikkusest wõime trigonomeetria abil taewakeha kaugust ära mõõta. Tähe kauguse mõõtmise juures wõetakse tuttawaks jooneks meie maakera raadius. Kuid see joon, ehk küll 6000 wersta pikk, on päikese kauguse kohta weelgi nii wäike, et, ka kõige peenemat mõõduaparaati tarwitades, selle joone otsadelt

päikese pääle sihtides nägemisekiired täiesti kõrwti (paralleel) näiwad jookswat. Seda mõõtmise wiisi wõib sellepärast tarwitada ainult kuu ja mõne nõnda nim. rändtähe kauguse mõõtmiseks, sest need taewakehad on meile lähemad kui päike. Päikese kaugust wõib sel korral mõõta, kui päikesest juhtub mõni rändtäht mööda minema, mille kauguse meie ülewalt pool kirjeldatud wiisil oleme äramäärnud. (Rändtähtede üle waata allpool.)

Maakera tee kuju. Nurgamõõtmiseaparaadiga määratakse päikese meile paistew läbimõõt. Niiwiisi nimetatakse nurka mis kahe meie silmaste kahe üksteise wastu päikese äärel asuwate punktideni minewa joone läbi sünnitud. Kui meie aasta läbi võimalikult sagedasti niisugust mõõtmist ette wõtame, siis näeme warsti, et see nurk mitte ühesugune ei ole, waid, et päike meile kord suurem ($32\frac{1}{2}^{\circ}$), kord vähem ($31\frac{1}{2}^{\circ}$) näib olewat. Niisugust nähtust wõib ainult niiwiisi seletada, et päikese ja maakera wahe muutlik on, s. t. et maakera kord päikesest kaugemal, kord temale lähemal asub. See tuleb sellest, et maakeratee päikese ümber mitte ringitaoline ei ole waid weidi pikergune ellips*). Ellipsi on kerge joonistada. Pistame laua pääl olewasse paberisse mõni toll üksteisest eemale kaks nõõpnõela. Sidume weidi pikema niidi kui nõõpnõelte wahe ühe otsaga ühe nõõpnõela ja teise otsaga teise nõõpnõela külge. Siis tõmbame püütsiga nõõri pingule ja joonistame pinguli tõmmatud nõõri kaudu kõwera joone paberile. See on ellips. Punktid, kus nõõpnõelad seisid, nimetatakse ellipsi fookusteks. Igat joont, mis ühte fookust ellipsi ringjoonega ühendab, nimetatakse raadius-vektoriks. Joon, mis mõlemast fookusest läbi läheb, nimetatakse ellipsi suureks teljeks, ning selle keskkoha — ellipsi keskkohaks. Joon, mis ellipsi keskkohast läbi läheb ja suure telje pääl püsti seisab, nimetatakse ellipsi väikseks teljeks.



18. Ring, ellips, paraabel ja hüperbel.

*) Ellips on koonuselõige nagu ring, paraabel ja hüperbel. Ühest koonuse punktist, näit. M. (joon. 18) wõime ühe ringi saada, kui meie koonuse tema põhjaga parallel ja paraabeli, kui koonuse wastuseiswa küljega parallel läbi lõikame. Kõik lõiged punktist M ringi ja paraabeli wahel (näit. M. N.) on ellipsid. Kui lõige pind esimese koonuse küljele enam läheneb kui paraabel, siis saame hüperbeli.

Maakera teel päikese ümber on ellipsi kuju, mille ühes fookuses päike asub. See on üks Kepleri poolt leitud tähe-teaduse seadustest. Huwitaw siin juures on, et maakera meie suwe ajal päikesest eemal on, meie talwe ajal aga päikesele lähemal. Päikesele kõige lähem maakera tee punkt nimetatakse p e r i h e e l i u m ja kõige kaugem p u n k t — a f e e l i u m.

Maakera liikumise põhjus päikese ümber. N e w t o n'i (njutni) seaduse järele ei ole ükski ilmakeha ilma-ruumis waba, waid ta on teiste ilmakehadega jõu läbi ühen-datud, mida k ü l g e t õ m b a m i s e j õ u k s nimetatakse. See jõud on seda suurem, mida ligemal kaks ilmakeha üksteisele asuwad. Kui meie nüüd ilmaruumis ühe ilma-keha õigel joonel liikuma paneksime, siis muudaks ta warsti oma õiget teed külgetõmbamise jõu mõjul, kui ta ühe teise ilmakeha ligidalt peaks mööda minema; ta pööraks ennast wiimasele lähemale. Niisama muudaks ilmakeha ka siis teisest mööda minnes oma teed, kui ta tee mitte otsekohene waid teataw kõwer joon oleks olnud.

Kui meie ainult külgetõmbamise jõudu tähele panek-sime, siis tuleksime sellele otsusele, et kõik ilmakehad üks-teisele liginewad ja selle tagajärjel kord ühte hunnikusse kokku jooksewad. Kuid see ei sünni mitte, sest pääle külgetõmbamisejõu on looduses weel teine jõud tegewusel, mida meie r i n g j o o k s u j õ u k s (keskkohast eemale tungiw jõud) wõime nimetada. See jõud awaldab ennast selles, et ringijookswad olluse osakesed oma ringjooksu keskkohast eemale kipuwad ja seda suurema jõuga, mida suuremad nad on ja mida kiiremini nad ringi jooksewad. Ring-jooksu jõu tegewust wõime wäga lihtsalt tähele panna, kui meie ühe kuuli niidi otsa seome ja teda niidist kinni pida-des õhus ümber keerutame. Meie näeme kuidas niit selle juures pinguli saab tõmmatud ja ka katkeda wõib, kui meie teda küllalt kiiresti ümber keerutama. Maakera päikese ümber tiirumise juures on külgetõmbamise jõud ja ring-jooksu jõud tasakaalus, s. o. niisama suure jõuga, kui külge-tõmbamise jõud maakera päikesele ligemale püüab tõmmata, püüab ringjooksu jõud teda päikesest eemale tõugata, nii et ta alati ühte ja sedasama teed päikese ümker rändab.

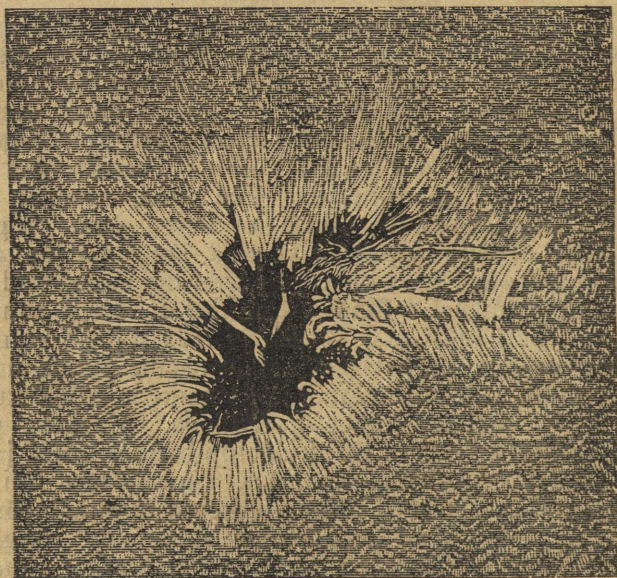
Kuulsa täheteadlase N e w t o n'i (njutni) poolt leitud üleilmlise külgetõmbamise seaduse üle räägime pikemalt allpool kuu liikumise juures maakera ümber.

Päike on maakerast ligi 150 miljoni wersta kaugel. Ta läbimõõt on enam kui sada korda suurem kui maa-

keral. Oma suuruse poolest on ta $1\frac{1}{4}$ milj. korda maakerast suurem.

Palja silmaga vaatlemise juures näib meile päikese pind ühetasaselt hiilgaw olewat; teleskoopi abil waadates leiame aga päikese pinnalt mitte ainult tumedaid, waid ka koguni muste kohtasid, mida päikese laikudeks (plekkideks) nimetatakse. Päikese laigud ei ole mitte kindlad päikese pinna jaod, waid muutuwad nähtused. Lühikese aja — mõne päewa jooksul — muudawad nad oma kuju ja kaowad wiimaks ära, kuna teistes kohtades uued samasugused nähtawale tulewad. Ainult mõned jääwad kauemaks ajaks ilma suuremate muutusteta: ühte laiku wõis terwelt poolteist aastat tähele panna. 5. septembril 1850 nähti päikese pinnal laiku, mille läbimõõt 200 000 wersta oli, sellega oli siis see laik meie maakerast 17 korda suurem.

On tähele pandud, et päikese poolitaja lähedal olewad laigud rutemini liiguwad kui päikese nabade lähedal olewad. See on ainult siis wõimalik, kui päikese pind gaasisarnasest wõi wedelast ollusest on.



19. Päikese laik.

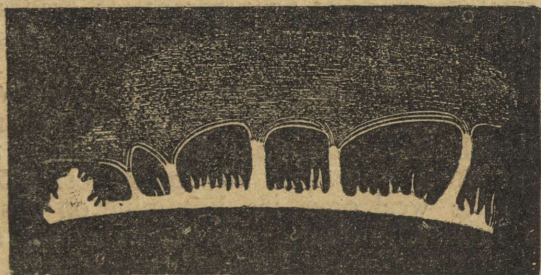
Kui meie teleskoopi abil mõne aja päikese laikusid tähele paneme, siis leiame et nad kõik päikese pinnal selle ida poolsest äärest lääne poole nihkuwad ja wiimaks läänepoolse ääre taha ärakaowad. Kui meist tähelepandud lai-

gud ennast mitte nii pea ei muuda, siis näeme neid umbes neljateistkümnemal päewal pärast läänepoolse ääre taha kadumist idapoolse ääre tagast wälja ilmuwat. Weel edasi tähelepannes leiame, et iga muutumata jäänud laik umbes 25 päewa pärast oma endisel kohal tagasi on. Seda päikese laikude liikumist ei saa meie muidu ära seletada, kui see läbi, et päike umbes 25 päewa jooksul ennast kord ümber oma telje pöörab.

Päikese laikude uurimine on näidanud, et laikude suuremal ehk vähemal arwul ilmumine päikese pinnal kindlates ajajärkudes sünnib: $6\frac{1}{2}$ aastat pääle kõige suurema laikude edenemise ajajärgu kahaneb nende arw märksalt, et $4\frac{1}{2}$ aasta pärast jälle kõige kõrgemale tipule tõusta. Iga päikese laikude muutumise ajajärk on 11 aastat pikk. "1907 ja 1918 a. pandi väga suurt hulka päikese laikusid tähele, kuna neid 1913 a. õige vähe näha oli.

Päikese hiilgaw pind mida meie palja silmaga näeme ja milles meie teleskoopi abil nimetatud laikusid wõime tähele panna, nimetatakse f o t o s f ä ä r a k s ehk walgusliks pinnaks (foos — walgus).

Täielise päikese warjutuse juures, ehk kui meie teleskoopis päikese walguslise pinna ärawarjame, ilmub päikese ümber roosawärwiline ring. See on päikese õhuline pind — atmosfäära —, ehk kuida teda ta wärwi tõttu nimetatakse, k r o m o s f ä ä r a — wärwiline pind (krooma — wärw). See on põlewa wesniku kord, mis päikest igast küljest ümberpiirab. Et wesinik kõige kergem ollus on, siis on ka loomulik, et päikese wälimine kord wesinikust on, sest mida raskem üks ollus, seda ligemal on tema päikese keskkohale.



20. Protuberantsid päikese weerel.

Kromosfäära sees on sagedasti punaseid jooni ja plekka näha, mis nagu määratumad leegid fotosfäära seest näiwad üles tõuswat. Neid nimetatakse protuberantsideks. Protuberantsid on väga muutuwad nähtused; nad ilmuwad

ja kaowad wahel mõne minuti jooksul. Nende suurus on määratu: on nähtud protuberantse mille kõrgus üle 400 tuhat wersta on olnud.

Kromosfäärast eemal on päikese ümber weel üks waldendaw udune ring näha, mida päikese krooniks nimetatakse.

Selle soojuse järele, mis läbi ilmaruumi päikese juurest meie juurde jõuab, võib arwata, et päikese pääl nii kõrge soojus on (6000—7000° C.), et sääl kõik meile tuttawad ollused mitte ainult sulas, wedelas olekus, waid koguni aurulises olekus peaksid olema. Siiski ei ole täheteadlased weel mitte selle üle kindlale otsusele jõudnud, kas päikese pind wedel või gaasiline on. Uuemate uurimiste järele olla ta gaasiline. Päikese pind on tiheda õõguwa pilwewai-baga kaetud, mis suurema osa meile tuntud metallidest gaasisarnases olekus sisaldab. Koekihti, mis nähtawale päikesepinnale seeläbi tekib, kutsutakse ta s õ m e r k o r r a k s ehk g r a n u l a t s i o o n i k s. Neist tuliwalgelt hõõguwatest pilwetest tulebki päikese walgus.

Päikese laikusid wõrreldakse meie maakera õhus olevate pilwetega. Kroomosfäära on gaas ja on spektraalanalüüsi järele suuremalt osalt wesinikust ja ühest maakera pääl wähe leitawast ollusest — h e e l i u m i s t — kokkupandud. Kromosfäära alamates kihtides näitab meile spektroskoop ka paljude meile tuttawate metallide nagu naatriumi, magneesiumi, raua, jne., aurusid. Protuberantsid arwatakse päikese sisikonnast millgil põjusel wäljawisatawad põlewad wesiniku gaasid olewat. Spektraalanalüüsi järele on protuberantsid nendest samadest ollustest kokkupandud, milledest kromosfäära madalamad kihid. Krooni arwatakse nendest protuberantside osadest sündinud olewat, mis päikesest liig kaugemale eemale on wisatud.

Planeedid ehk rändtähed. Kui meie öösel selge ilmaga taewalaotust hoolega silmitseme, siis paneme päikese tee lähedal tähtede seas mõnda üksikut tähte tähele, mis küll teistega ühes ööpäewa liikumisest osa wõtab, millel aga pääle selle weel oma ise liikumine on teiste tähtede seas. Kui meie mitu ööd järjest taewalaotust silmitseme, siis näeme, et nimet. tähed ilma nähtawa korrata teiste seas nagu ümber rändawad. Sellepärast nimetatakse neid r ä n d t ä h t e d e k s. Teleskoopis paistawad planeedid meile heledate ringidena, kuna teised tähed heledate täppidena paistawad. Rändtähtede uurimine on kindlaks teinud, et nad iseenesest tumedad kehad on, mis meie päikese käest walguse saawad ja päikese ümber tiiruwad. Kõik rändtähed on, nagu päikeneigi, enam ehk wähem kerakujulised. Iga

rändtäht tiirub wähe pikerguses ringis, e l l i p s i s , ümber päikese ja nimelt sellel samal sibil, millel päike ise ennast ümber oma telje pöörab, lääne poolt ida poole. Pääle selle ümber päikese tiirumise pööravad kõik meile tuttawad rändtähed endid ka weel ise oma telje ümber. — Kui meie ühe kera wõtame, ta niidi otsa kuhugi rippuma paneme ja siis tema niiwisi keerlema tõukame, et ta mitte ruumis edasi tagasi ei helju, waid ühe koha pääle jäädes, ainult iseenda ümber keerleb, siis nimetatakse kera ülemist punkti, mida pidi ta niidi otsas ripub, ja otse selle wastu seiswat alumist punkti n a b a d e k s ja neid kera pinna punktisid, mis mõlematest nabadest ühekaugusel seisawad, p o o l i t a j a p u n k t i d e k s. Kui meie kera enese ümber keerlemist terasemalt tähele paneme, siis leiame, et nabad sugugi ei liigu, kõik teised pinna punktid aga liiguwad ja seda kiiremalt, mida kaugemal nad nabadest on; nõnda et poolitaja punktid kõige kiiremalt liiguwad. Arusaadawalt sünnitawad kõik poolitaja punktid kokku ühe ringi. Seda ringi nimetatakse p o o l i t a j a k s. Joon, mis kerast otse läbi läheb ja mõlemaid nabasid ühendab, nimetatakse t e l j e k s. Seda aega, mille jooksul ilmakeha täiesti ümber oma telje pöörab, nimetatakse p ä e w a k s, aga seda aega, mille jooksul rändtäht täie ringi ümber päikese ära käib, nimetatakse a a s t a k s.

On wäikesi rändtähti ehk planeetisi olemas, mis pääle selle, et nad iseenese telje ümber pööravad ja päikese ümber tiiruwad, ka weel ühe ligidal olewa suure rändtähe ümber käiwad. Neid nimetatakse k u u d e k s. Kuudel on siis õieti kaks isesugust aastat: üks, mille jooksul nad suure rändtähe ümber täie ringi ära käiwad, ja teine, mille jooksul nad päikese ümber täie ringi tiiruwad. Silmanähtawalt on wiimane kuu aasta suure rändtähe aastaga ühepikune, sest et kuu oma suure planeedi ümber tiirudes temast päikese ümber tiirumisel mitte maha jääda ega ette jõuda ei saa.

Merkuur. Kõige ligem planeet päikesele on M e r - k u u r. Ta on sellele peaaegu kolm korda ligemal, kui maakera. Merkuuri wõib palja silmaga ainult õige harwa näha, sellepärast et ta maakera päält waadates alati liig päikese ligidal näib olewat ja sellepärast tema kiirtesse ära kaob. Ainult siis, kui ta kõige kaugemal päikesest ida ehk lääne pool on, wõib teda warsti pääle päikese loojaminekut — loode kohal taewa serwal näha ja nõnda sama ka hommikul warsti enne päikese tõusu — tõusmise kohal. Meie maal takistawad alalised taewaserwal olewad kerged pilwed Merkuuri uurimist. Lõunamaades, kus taewas selgem, on seda tähte kergem uurida. Hää pikksilmaga wõib Merkuuri aga ka päewa ajal päikese ligidal selgesti näha.

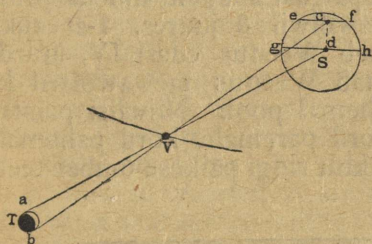
Merkuuri läbimõõt ehk ta telje pikkus on $2\frac{1}{2}$ kord vähem, kui maakeral. Tema aasta on 88 meie päewa pikk. Ohku ei arwata Merkuuril olevat. Kui Merkuur päikese ja maakera wahekohas on, siis peaks meie Merkuuri sagedasti musta täpina päikese pinnal nägema. See sünnib aga ainult iga 46 aasta tagant. Sest maakera ja Merkuuri teed ei ole täitsa ühe pinna pääl, millepärast Merkuur kord ülewalt, kord alt poolt päikesest mööda läheb, nii et meie teda päikese pinna kohal ei näe.

Merkuuril on roosa, weidi wasepunakas karw. Teleskoopi läbi waadates, pandakse Merkuuri pinnal pruunikaid punaseid, uduseid plekka tähele.

Weenus. Merkuurist päikesele kaugemal, aga maakeralle ligemal, on Weenus — kõige heledam täht taewalaotuses. See on igale ühele tuttaw e h a - ja k o i d u - t ä h t. On Weenus maakera ja päikese wahel, siis pöörab tema niisama kui noorkuu oma tumeda külje meie poole, ja meie ei näe teda mitte, on Weenus aga päikese taga pool, siis näeme tema walgustatud külge, nagu täiskuud. Et aga wiimasel korral Weenus maakerast kõige kaugemal on, sellepärast ei sära tema mitte nii heledasti kui siis, kui tema meile eha- ehk koidutähena lähemal on. Kui meie eha- ja koidutähte pikksilma läbi waatame, siis näeme, et Weenuse pind mitte kõik walgustatud ei ole, waid ainult poolelti, ja Weenusel on teleskoopi sees niisugune sirbi moodi kuju, kui kuul esimesel ja wiimsel weerandil. Selle sirbiotse nimetatakse täheteadlaste poolt „sarwedeks“. Kõige heledamalt paistab Weenus 38 päewa enne seda silmapilku, kui tema päikese ja maakera wahel olles, meile noorekuuna oma walgustamata külge näitab, ja 38 päewa pärast seda. Siis wõib Weenust sagedasti selgel taewal ka päewaajal näha. Kõige hõlpsam on Weenust siis uurida kui tema ehatähena juhtub kewadel taewawõlwil särama. — Weenuse läbimõõt poolitaja kohalt on ainult 150 wersta vähem, kui maakeral; tema aasta on 224 meie päewa. Uuemate uurimiste järele arwatakse, et Weenus niisama kui maakeragi 24 tunni sees ennast kord ümber oma telje pöörab. Ülepää näitawad uemad uurimised, et Weenus, oma suuruse, ehituse ja kuju poolest wäga maakera sarnane on, enam kui ükski teine planeet. Weenusel on niisama, kui maakeral, õhuline pind — atmosfäära — olemas ja spektroskoop näitab Weenuse õhu sees ka wee auru. Weenuse ümber on nimelt kitsast, walget, särawat udusarnast triipu tähele pandud, kui tema oma pimedada külje meie poole pöörab, ja ka siis, kui tema päikese eest musta täpina mööda läheb. Neid näitusi wõib aiuult selle läbi seletada, et Weenusel õhkkond

ümber on. Arwatakse, et see õhkkond üle 80 wersta paks on ja et tema tihedam on, kui maakera oma. 243 aasta sees läheb Weenus 4 korda päikese eest mööda ida poolt lääne poole, wiimane niisugune juhtumine oli 6. detsembril 1882 a. ja järgmine saab olema 8. juunil 2004 a.

Weenuse päikese eest möödaminekud on iseäranis selle poolest tähtsad, et nende abil maakera kaugust päikesest katsuti mõõta. Kaks waatlejat nimelt, kes maakera pinnal üksteisest eemal seisawad, näewad Weenuse kuju päikese-ratta pääl hoopis ise paikades. Uurijal ei ole siin juures muud waja kui tubli pikksilm ja hää kell, et ta õieti teada saaks, kui palju aega Weenus päikese eest mööda käimi-seks tarwitas. Nimetatud aeg on ise pikkusega, selle järele kus waatleja seisab, kas on päike waatlemise puhul tema päakohal, wõi jälle hoopis madalal silmaringil. Esimesel juhtumisel on waatleja Weenusele maakera raadiuse wõrt lähemal, kui teisel korral, ja Weenus jõuab siis ka kiire-malt päikese eest mööda. Sellest möödamineku kestwuse wahest wõib Weenuse kaugust wälja arwata, ja Kepleri seaduste najal ka päikese kaugust maakerast.



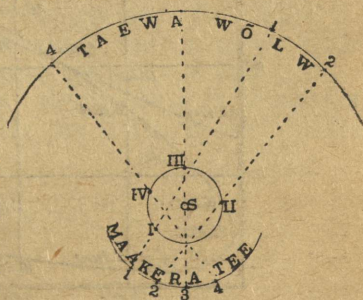
21.

Kõrwalseiswas joonistu-ses 21 on T maakera, V-Weenus ja S- päike. Punktis a asuw waatleja näeb Weenust punktis g päikese ette tule-wat ja punktis h päikese eest lahkuwat, kuna punktis b asu-wale waatlejale Weenus punk-tis e päikese ette tuleb ja punktis f lahkuw. Waatle-

mise läbi saadud mõlemate pingjoonte ef ja gh mitmesuguse pikkuse põhjal wõime nende kaugust cd wälja arwata, mille läbi meie jälle nurga suurust V juures teada saame.

Merkuuri ja Weenuse juures ei ole kuusid leitud.

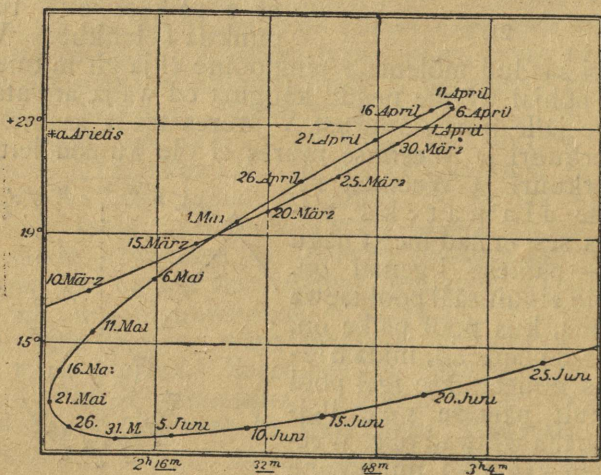
Merkuuri ja Weenust ni-metatatakse al a m a t e k s p l a-neetideks, sest et nad meist nagu alamal — päikese ligemal on. Neid wõib ainult sääl pool taewa küljes näha, kus pool päike on, kuna teised planeetid, mida üle-m a t e k s nimetatakse igal pool (aga aiuult päikese t e e l i g i-konnas) näha wõiwad olla. Weenus tõuseb kas 3—4 tundi enne päikese tõusu (koidutäht), ehk läheb 3—4 tundi pääle päikese loojaminemist looja (ehatäht).



22. Weenuse tee.

Alamate planeetide imelikku liikumist taewawõlwil seletab meile ülewal seisaw Weenus tee joonistus 22.

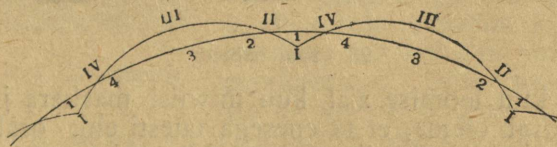
Ring I, II, III, IV on Weenus tee päikese (S) ümber. Allpool 1, 2, 3, 4 numbritega kaar on osa maakera teest päikese ümber. Joonistuse ülemisel poolel olew suurema ringi tükk on taewawõlw. Kui alguses Weenus I juures seisab ja maakera oma tee pääl 1 juures, siis näeb meie silm Weenust ülewal taewawõlwil, kus ka 1 seisab. Mõne aja pärast on maa tüki maad edasi liikunud, 1 juurest 2 juurde, ja samal ajal on Weenus I juurest II juurde jõudnud. Nüüd näeb meie silm Weenust taewawõlwil 2 juures. Weenus on niiwiisi taewas pahemalt poolt paremale poole liikunud. Nüüd läheb maa edasi 3 juurde ja ka Weenus jõuab III juurde. Et näha, kus Weenus taewawõlwil paistab, peame 3 juurest, kus maa seisab, õige joone tõmbama III juurde, Weenus seisukohast üle ja säält edasi kuni laotuseringini 3 juurde, kus Weenus meile paistab olema. Nagu joonistusest näeme, ei ole Weenus enam paremale poole läinud, waid 2 juurde seisma jäänud ja siis 1 poole tagasi jooksmata hakkanud, kui ta endisest seisupaigast kaugele mööda jõudnud. Ta paistab nüüd taewawõlwil 3 juures, 1-st tükk maad pahemal pool. Siit läheb Weenus edasi IV, juurde ja maa 4 juurde. Nüüd paistab Weenus taewawõlwil ka 4 juures, seega weel enam pahemal pool. Niiwiisi paistab meile, nagu liiguks Weenus kord paremale, kord pahemale poole, kuna ta tõepoolest korralikult ringi päikese ümber teeb.



23. Weenus nähtaw tee taewawõlwil 1889 a.

Maakera. Järgmine planeet ehk rändtäht on meie maakera, mis päikesest umbes 140.000 000 wersta (2300 maakera raadiust) kaugel on. Ta läbimõõt on 12000 wersta. Maakera pööramisest oma telje ümber ja maakera tiirumisest päikesest ümber, niisama ka nende liikumistega ühenduses olevatest nähtustest maakera pinnal oleme ülewalpool juba pikemalt rääkinud. Meie nägime, et päike ainult maakera ühte poolt walgustab, ja nimelt seda poolt mis päikesest poole pöördud, kuna teine pool maakerast walgustamata ja seega pime on. Meie nägime ka, et maakera mitte paigal ei seisa, waid ennast 24 tunni jooksul õhtu poolt hommiku poole üks kord ümber oma telje pöörab. Niiwiisi on enne idapoolne maakera pind walgustatud ja siis läänepoolne. Walgustatud maakera poole pääl on päew ja walgustamata poole pääl öö. Idapoolsetes maakohtades tõuseb päike enne kui läänepoolsetes maakohtades. Et aga päew mitte igas kohas ühe pikune ei ole, sellepärast seatakse kellad keskpäewa ajast: kell on siis 12, kui päike kõigekõrgema tipule taewawõlwil jõudnud on. Idapoolsetes maakohtades käiwad kellad läänepoolsete maakohtade kelladest ees, iga graadi päält neli minutit. Kui näituseks Tallinnas kell 12 on, on Tartu kell 7 minutit 1 pääl ja Petrogradis 22 minutit 1 pääl. Niiwiisi on igas linnas oma kella aeg. — Öhtu poolt hommiku poole oma telje ümber keerates, liigub maakera ühes ka ümber päikesest. Seda aega aga, millal maakera ühe ringi päikesest ümber teeb, nime-tame aastaks. Aastad ei ole sekundi päält mitte ükepikkused. Wiimaste aastate pikkus oli umbes 365 päewa 48 minutit ja 47 sekundi. Aasta on sõnast «ajastaig» sündinud. Sõna «ajastaig» tähendab nii palju kui «ajast aeg» ehk «aeg ajast», s. o. üks ajajärk ehk aja osa, mis endisest ajast wälja kaswab ja temale juurde tuleb.

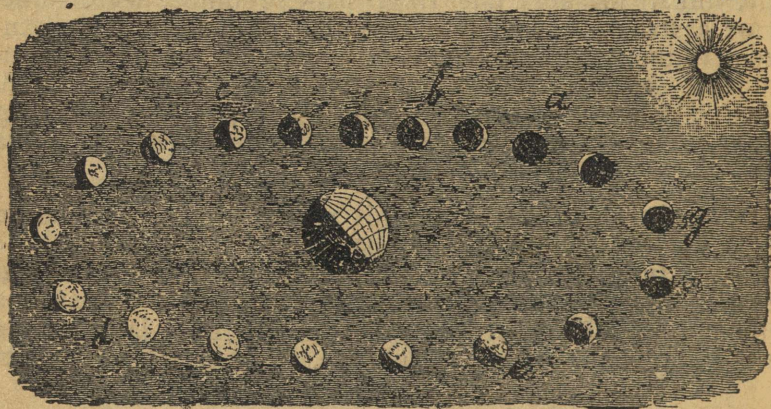
Maakeral on üks kuu, mis temast 50 korda wäiksem on ja üle 360.000 wersta temast kaugel on. Kuu käib 27 päewa 7 tunni 44 min. jooksul maakera ümber terve ringi ära ja pöörab, punkti päält sellesama aja jooksul ennast oma telje ümber nõnda et meie alati ainult ühte ja sedasama kuu külge näha wõime. Kuu tee on I, II, III ja IV läbi



24. Maakera ja kuu liikumine.

ära tähendatud, maakera tee 1, 2, 3 ja 4 läbi. Iga $29\frac{1}{2}$ päewa jooksul jõuab kuu ühest I tähendatud punktist teise I tähendatud punkti. Maakera on 2 juures, kui kuu II juurde jõudnud on. Kui maakera 3 ehk 4 juures on, siis viibib kuu III ja IV paigal. — Kuud ei näe meie palja silmaga mitte alati täielikult, waid wahel on meil ainult üks osa kuust näha — kuu weerandid — ja wahel kaob ta koguni meie silmist — kuu loomise ajal. Need kuu muutused tulewad sellest, et kuul, nagu enamasti kõikidel planeetidel, mitte oma walgust ei ole ja et meie sellepärast ainult seda jagu kuu pinnast näeme, mis päikese kiiretest walgustatud on. Astub kuu oma teekonnal päikese ja maakera wahele, siis ei näe meie temast mitte midagi, sest et ta pime külg meie pool seisab. Meil on siis n o o r k u u. Kui nüüd kuu päikese ja maakera wahelt välja astub, siis hakkab walgustatud kuust kitsas serw paistma, mis aeg-ajalt ikka laiemaks kaswab. Nädala pärast on temast pool juba walgustatud, mida e s i m e s e k s w e e r a n d i k s kutsutakse. Läheb nädal mööda, siis on kuu maakera taha jõudnud ja paistab oma täie ümmarguse walgusega; seda kuud nimetatakse w a n a k s e h k t ä i s k u u k s. Nüüd hakkab kuu kahanema. 7 päewa pärast paistab walgustatud kuust weel pool meie silma; seda kutsutakse kuu w i i m a s e k s w e e r a n d i k s. Pääle selle kaotab kuu hoopis oma walguse ja astub jälle päikese ja maakera wahele.

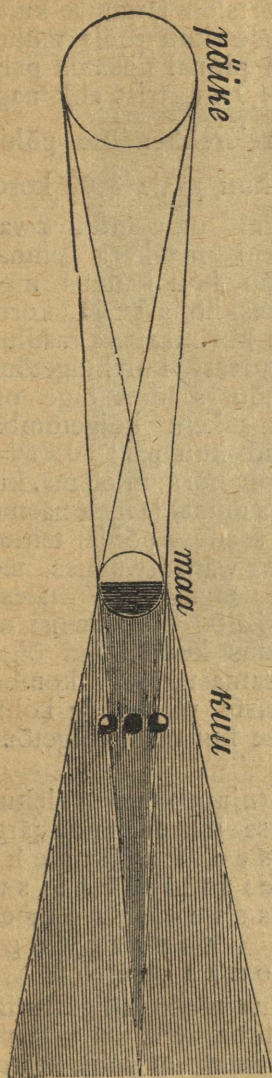
päike



25 Kuu nähted.

Kui kuu loomise ajal kuu niiwiisi maakera ja päikese wahel juhtub olema, et ta enesega täiesti ehk osalt päikese kinni katab, siis sünnib täieline ehk osaline p ä i k e s e - w a r j u t u s; kui aga täie kuu ajal maakera otse kuu ja

päikese wahel juhtub olema, nii et ta need päikese kiired, mis enne kuu walgustasid täiesti ehk osalt ära warjab, siis sünnib täieline ehk osaline kuuwarjutus.



26. Kuu warjutamine.

Nagu maakera ja teised rändtähed päikese ümber tiiruwad külgetõmbamise jõu mõjul, nii tiirub ka kuu meie maakera ümber sellesama jõu mõjul. Oletame, et D (joon. 27.) maakera keskpunkti, A kuu seisukohta mõnel teatud silmapilgul ja C tema seisukohta üks sekund hiljem tähendab. Kui kuu punktis A oli, siis liikus tema sihis AB, ja kui maakera tema pääle poleks mõjunud, siis oleks ta liikumise seadese põhjal sel sihil edasi liikunud. Esimese sekundi lõpul oleks tema punkt B jõudnud. Maakera külgetõmbamise jõu mõjul nihkus ta aga ühe sekundi jooksul B kuni C. Kaugus BC on nähtavasti 490,5 tsentimeetri, s. o. selle kauguse wastand, mis langew keha maakera pääl esimesel sekundil edasi liigub, nii siis wõime järgmise proportsiooni kokku seada:

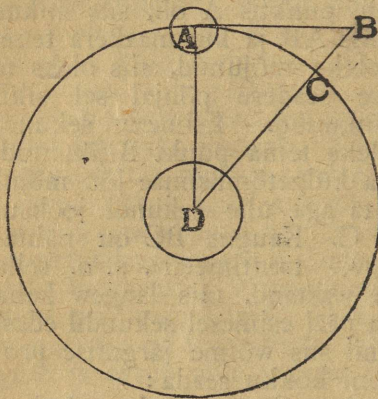
Jõud, millega maakera külgetõmbamine kuu pääle mõjub, on külgetõmbamise jõust maakera pinnal niisama palju kordasid vähem kui BC 490,5 tsentimeetrist. Et AC ringjoone kaar on, mille keskpunktiks D on, ja et AB selle ringjoone riiwjoon punktis A on, siis on AB^2 ligikaudselt $2 CD \times BC$, ehk (et AB ligikaudselt = AC) AC^2 peaaegu = orbiiti läbimõõt $\times BC$, ja nii siis $BC = \frac{AC^2}{\text{orbiiti läbimõõt}}$.

Et kuu kaugus maakera keskpunktist ligikaudu 51.535 geograafipenikoormat on, s. o. 60 korda suurem kui maakera raadius, siis on kuu orbiit 323.788 penikoormat. Selle maa läheb kuu ära 27 päewa 7 tunni ja 14 minuti

jooksul, ja nii siis on maa, mis ta ühe sekundi jooksul ära läheb, ehk $AC = \frac{323.788}{2.360.580} = 0,133$ penikoormat.

Orbiiti lähimõõt ehk kahekordne raadius on 103.070 penikoormat, nii siis $BC = \frac{(0,133)^2}{103\ 070} = 0,00,137$ meetrit.

Selle järele saab ülemal toodud proportsion järgmise kuju : Jõud, millega maakera külgetõmbamise kuu pääle mõjub, on sellesama jõu mõjumisest maakera pinnal niisama palju kordasid vähem kui 0,00,137 meetrit 4,9 meetrist ehk nagu $\frac{1}{3600}$: 1, ja sellepärast võime selle järelerehkenduse põhjal ütelda, et maakera külgetõmbamine kuu pääle 3600 korda



27. Kuu tee maakera ümber.

wõime selle seaduse tõsiduses ka teiste planeetide kohta selgusele jõuda, kui selle juures päikese kui neid külgetõmbawa keha pääle vaatame.

See wiib meid suure Newton'i (njutni) poolt leitud üleilmalise külgetõmbamise jõu seaduse juurde, mida järgmiselt formuleeritakse: igasugused kaks keha laotuses tõmbawad üksteist liginiisuguse jõuga, mis nende massedega otsekohe ja nende kauguse ruutarwuga wastupidiselt proportsionaalne on.

Kuu pind on pääle maakera pinna meile kõige tuttam, sest et ta meile kõige ligem ilma keha on ja ütelda sellepärast kõige kergem on uurida. Temast on palju kaarta ja päewapilta walmistatud. Ta on väga mägine. Mäed tema pääl on kõrged ja tulepurskawate mägede-kujulised : ümmargused ja sombus otsadega. Kuu mägesid wõib osalt ka palja silmaga tähele panna. Kui meie kuu weerandite ajal seda joont waatleme, mis walgestatud jagu kuu pinda pimedast lahutab, siis võime sagedasti näha, kuda mitmes

nõrgemalt oma mõju awal-dab, kui maakera pinnal. Edasi on kuu kaugus maakeras keskkohast 60 korda suurem kui maakera raadius, ja sellepärast kui külgetõmbamisejõu seadus õige on, peab maakera külgetõmbamisejõud kuu pääl $60 \times 60 = 360$ korda nõrgem olema, kui maakera pinnal, ja meie näeme, et selle seaduse põhjal tehtud järeldus wäljaarwamise teel saadud tagajärdega täiesti kokku käib. Nõndawiisi on see seadus kuu kohta õige, ja niisamasugusel kombel

kohas walgustatud pinna jaost walged nurgakesed ehk kriipsukesed pimedada jao sisse käiwad ja niisamasugused pimedad kriipsukesed pimedast jaost walge sisse. Esimesed on mägede küljed, mille pääle weel päikene paistab, kui ta orus juba looja on läinud, teised aga on mägede warjud, mis looja mineku ajal wäga pikad on.



28. Mäed ja orud kuu pääl.

Mägede warjude läbi on kerge trigonomeetria abil mägede kõrgust wälja arwata, niisama kui meie kiriku torni kõrgust tema warju järele wõime wälja arwata. Kõige kõrgemad mäed kuu pääl on kuni 7 wersta kõrged.

Niisugust õhkkonda kui maakeral ei ole kuul mitte. Kui kuul õhkkond olemas, siis on tema mitu sada korda peenem kui maakeral, sest pilweid ja udu ei ole kuu pinnal ilmiski tähelepanud. Sellepärast ei wõi kuu pinnal ka palju wett olla, sest wesi tõuseks auru näol kohe õhku.

Kas kuu pinnal praegu weel muudatusi ette tuleb, on küsitaw.

Mars. Kõige ligem maakerale ülemine planeet on Mars. Ta on päikesest poolteist korda kaugemal, kui maakera, aga ta läbimõõt on peaaegu ainult pool meie maakera omast. Marsi aasta on 687 meie päewa pikk : tema päew — wähe pikem, kui meie oma. Marsil on kaks wäikest kuud, (6—7 wersta läbimõõta) mis õige ligidal ta ümber käiwad.

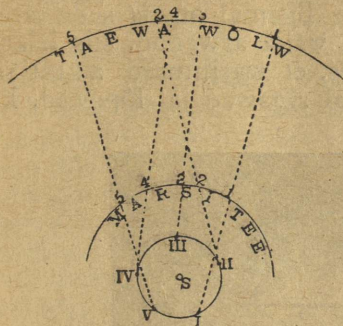
Kui maakera päikese ja Marsi wahel on, ja Mars oma täiesti walgustatud külje meie poole pöörab, on tema maakerast kõigest 25 miljoni wersta kaugel, kuna Weenus, ehk koidutähena, 100 miljoni wersta maakerast kaugel on. Selle tõttu on ka Marsi pind päale kuu pinna kõige enam läbi uuritud ja temast on päewapilta ja kaarta walmistatud. Sääl on heledamaid — kollaseid ja punaseid — ja tumedaid — halla ja muste — kohtasid näha. Esimeisi wõime maakera meredega, teisi aga kindla maaga wõrrelda. Heledamatest kohtadest käiwad mitmed pidi otsekohesed ehk ka looga kujulised tumedad jooned ühest tumedast kohast ehk merest kuni teiseni. Neid jooni nimetatakse kanaliteks. Nende alatiste kanalite kõrwale ilmuwad wahel ajutised, mis alatistega kõigel pikkusel kõrwuti jooksewad, Ajutised kanalid ilmuwad wahel wäga lühikese aja jooksul. Kanalite laius on 30-nest werstast kuni kolme saja werstani: wahe alatiste ja nende kõrwal jookswate ajutiste kanalite wahel on kuni kuue saja werstani lai.

Nagu uuemad uurimised aga tõeks teewad, on täheteadlaste poolt walmistatud Marsi kaartide päale tähendatud jooned, «kanalid», meie silmade pettus. Kui inimene näituseks wäikseid paberi päale joonistatuid täpikesi nii kaugelt waatleb, kust silmal wõimalik ei ole üksikuid täpikesi seletada, siis paistab inimesel nagu oleksid paberi päale jooned tõmmatud ja mitte üksikud täpikesed, sest inimese silmal on see omadus teatud kaugusel üksikuid täpikesi joonteks ühendada.

Et Mars päikesest palju kaugemal on, kui maakera, siis saab Mars ka palju wähem soojust päikese poolt, ja nimelt saab iga Marsi pinna jagu poole sellest soojusest, mis niisama suur jagu maakera pinnast saab. Sellepärast on raske uskuda, et Marsi pinnal küllalt soojust oleks, et sääl wesi wedelas olekus olla wõiks. Tumedamad kohad Marsi pinnal ei ole mered, nagu enne arwati, waid Marsi pind on mitmest ollusest, millest mõned tumedamat, teised heledamat karwa on. Arwatakse et Marsi õhukord rasketest gaasidest rikas on, näit. söehapest, hapnikust ja sarn. Külmemates Marsi pinna kohtades leidub söehapet lumena ja jäena kõwas olekus. Marsi põhja ja lõuna nabade ümber waljendawad walged plekid on arwatawasti söehapest sündinud lume wäljad ja mitte weest sündinud lumi ja jae kui meie maakera pinnal. Suure külma juures, mis arwatawasti Marsi pinnal walitseb, ei ole Marsi õhukorras weeauuru olemaski, see tähendab, et sääl ka ei udu ega pilweid olemas ei ole.

Nagu kõik ülemad planeedid nii wõib ka Mars päikesele o p p o s i t s i o o n i s ehk w a s t a n d p a i s t e s olla, s. t.

kui meil päike selja taga on, siis on Mars silma ees; pöörame ennast ringi, et päike silma ette jääb, siis tuleb Mars selja taha. Niisuguses seisukorras ei ole Weenus ega Merkuur kunagi näha.



29. Marsi tee.

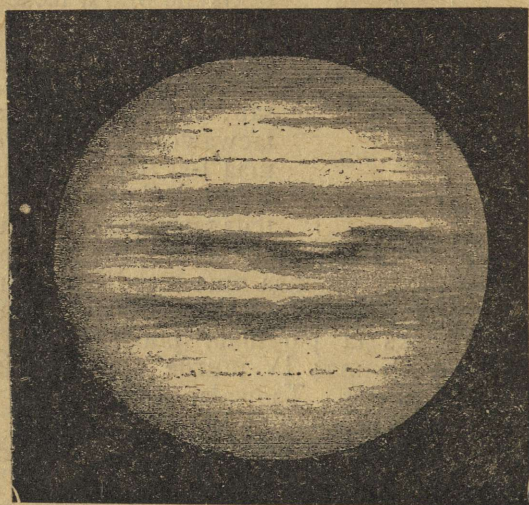
Joonistusest on punkt S päike, ring I, II, III, IV, V on tee, mille kaudu maakera ümber päikese tiirub. Ringi pääl olew väiksem kaar 1—5 on tükikene Marsi teest, kuna päälmine, suurem kaar taewawõlwi kujutab. Kui maa I juures ja Mars selsamal ajal 1 juures seisab; siis näeb meie silm Marsi taewawõlwil 1 juures. Läheb maa I-st II juurde, siis on Mars 2 juurde läinud ja meie näeme teda taewawõlwil 2 juures. Seega

on Mars taewawõlwil paremalt poolt pahemale poole liikunud. Mõne aja pärast on maa oma teel III ja Mars 3 juurde jõudnud, meie aga näeme teda taewawõlwil 3 juures, meile paistab, nagu oleks ta pahemale poole tagasi pööranud. Mõne aja pärast on maa IV juurde jõudnud ja Mars on oma teekonnal 4 juures. Taewalaotuses paistab meil nagu oleks Mars 3 juures seisatanud ja siis pikkamisi jälle pahemale poole liikunud. Kui wiimaks maa V juurde ja Mars oma teekonnal 5 juurde jõudnud on, paistab meile wiimane taewawõlwil 5 juures ja on, nagu meile paistab mitu korda pikema tee ära käinud kui niisama pika aja jooksul 3-st 4-ni. Tõepoolest liigub Mars korralikult lääne poolt ida poole ümber päike. Kuid meie maakera liikumine laseb meile paista, nagu oleks Marsi tiirumine wahel kiirem ja wahel aeglasem, wahel pahemale poole sihitud, wahel pahemale poole.

Jupiter. Teine ülemine planeet on planeedi-hiiglane Jupiter. See täht, üks kõige heledamatest meie taewa wõlwil, on, palja silmaga waadates, hele-kollast karwa. Ta on umbes wiis ja pool korda päikesest kaugemal, kui maakera (üle 724 miljoni wersta) ja ta läbimõõt on 11 korda pikem kui maakera oma (130000 wersta ühest nabast teiseni ning 140000 wersta poolitaja juures). Jupiteri aasta on 4332 meie päewa, ehk 11 aastat 314 päewa; ta päew ligi 10 tundi pikk. Jupiter on maakerast 550 miljoni wersta kaugel, kui maakera Jupiteri ja päikese wahel on; on aga päike Jupiteri ja maakera wahel, siis on Jupiter meist kuni 899 miljoni wersta kaugel.

Jupiteri ümber keerlewad 7 kuud.

Jupiteri suuremate kuude juures on nõndasama kui meie kuu juures warjutusi näha. Nende warjutuste aegasid wõib punkti päält wälja arwata, nagu meie kuu ja päikese warjutuste aegasid. Kui meie Jupiteri kuu warjutusi siis oleme tähele pannud, kui ta maakerale kõige ligemal on, ja selle järele tulewaste warjutuste ajad oleme wälja arwanud, siis leiame pärastiste tähelepanemiste juures, et warjutused ainult siis punkti päält wälja arwatud ajal algawad ja lõpewad, kui



30. Jupiter.

Jupiteri meile kõige ligemal on, wastasel korral aga jääwad nad wäljaarwatud ajast hiljemaks ja seda enam, mida kaugemal Jupiter maakerast on (kuni 8 minutit 16 sekundi). Seda nähtust wõime ainult sellega seletada, et walgus ilma ruumist läbilendamiseks niisama oma osa aega nõuab, kui hää l õhu läbilendamiseks: Jupiteri kuu warjutused peawad küll alati wäljaarwatud ajal olema, aga sellepärast, et nad meist kaugemal on, kui siis, kui meie neid wäljaarwamise jaoks tähele panime, näeme meie neid niipalju aega hiljemalt, kui palju aega walguse kiired selle juurde tulnud kauguse läbi lendamiseks tarwitawad. Sel põhjal on leitud, et nii, kuida hää l õhu sees ühe sekundiga umbes kolm wersta edasi jõuab, nii jõuawad walguse kiired ilma ruumis ühe sekundiga enam kui 290,000 wersta edasi.

Wäga mitmekordsete spektraalanalüüside põhjal on otsustatud, et Jupiteril õhk on, milles palju wee auru leidub.

Tähelepanemise-wäärt on jooned ja laigud, mis meie pikksilma läbi Jupiteri pinnal näeme. Jooned käiwad pikuti poolitajat ja on nemad wahel heledamad, wahel tumedamad; nende kuju ja karw muutuwad wäga pikkamisi. Iseäranis paistawad meile kaks harilikult halli joont silma, üks põhja pool, teine lõuna pool poolitajat, nii et nende tumedamate joonte wahel Jupiteri poolitaja kohal olew kõige heledam hõbewalge joon jääb. Pääle selle on Jupiteri pinnal veel palju teisi kitsamaid uduseid jooni näha. Mis nimetatud joonte karwa muutmisesse puutub, siis on tähelepanud (näit. 1869 a. lõpupoolel), et keskmine, poolitaja kohal olew walge joon kollakaks muutus, ja temast põhja ja lõuna pool olewad hallikad jooned walgeteks ja wäga heledateks. Sel-samal ajal olid Jupiteri põhja- ja lõuna-nabade lähedal olewad jooned punase wase karwalised, kuna Jupiteri pind põhja- ja lõuna-nabade kohal tume sinine oli. Heledad joo-ned ja täpid Jupiteri pinnal on wist paksud pilwerünkad, mis sellepärast nii walged paistawad, et nemad päikese kiireid enam tagasi heidawad, kui teised Jupiteri pinna kohad.

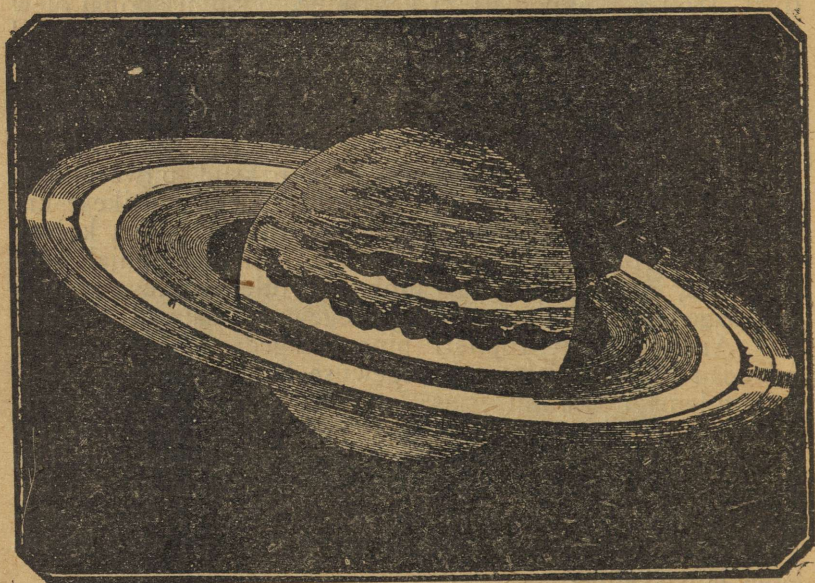
Jupiteri pind on, nagu mitmete nähtuste põhjal wõib otsustada, iseäranis poolitaja ümbruses tulemägedega kaetud, mis sagedasti wäga suure jõuga tegewusel näiwad olewat.

Arwatakse, et Jupiteri pinnal sagedasti tähelepanud tumedad plekid tulemägede tegewuse läbi äraseletada wõib. Kui tulemägi kuumi gaase suure jõuga õhku wiskab, siis sünnib sel kohal pilwede sisse auk. Maa päält waadates ilmub sel kohal tume laik, sest pilwedes tekkinud augu läbi näeme Jupiteri pinda, mis meile palju pimedam paistab kui pilwed, kust päikese kiired tagasiheidetakse. Mõned tumedad laigud Jupiteri pääl kaowad ruttu ära, teisi wõib kaunis kaua tähelepanna.

Asteroiidid. Marsi ja Jupiteri wahel on palju wäikesi rändtähti leitud, mida *asteroiidideks* nimetatakse. Nende aastad on pikemad kui Marsil, aga lühemad kui Jupiteril. Asteroiidide wäikeste läbimõõtude pärast ei ole siia-maani mitte korda läinud nende loodust ligemalt tundma õppida. Tähele on pandud, et nende teeringid ümber päikese palju pikergusemad on, kui suurtel planeetidel. Siia-maani on üle 700 asteroiidi leitud.

Saturn. Jupiteri järgmine ülem planeet on *Saturn*, pääle Jupiteri meie päikese süsteemi kõige suurem planeet. Palja silmaga waadates näeme Saturni kui esimese suuruse walkjast-kollast tähte taewa wõlwil. Ta on päikesest üheksa korda kaugemal, kui maakera (1336 miljoni wersta) ja läbi-mõõt on tal maakera omast ligi kümme korda suurem.

Suure kauguse tõttu walgustawad päikese kiired Saturni pinda üheksakümmend korda nõrgemalt kui meie maakera pinda. Ta aasta on 10,760 maakera päewa ehk 29 aastat 168 päewa, ta päew umbes 10 ja weerand tundi pikk. Saturni ümber käiwad 8 kuud ja üks kolme kordne rõngas, mis teleskoopis heledamini paistab, kui Saturn ise. Palja silmaga ei ole Saturni rõngast näha. See rõngas on laiuse kohta väga õhukene; tema laius on umbes 50000 wersta, kuna ta mitte üle 150 wersta paks ei ole. Selle rõnga kohta



31. Saturn.

on täheteadlased uuemal ajal otsusele jõudnud, et ta üksikutest väikestest kehakestest koos on, nagu meteoride või langewate tähtede parw. Üks nendest põhjustest, mille pääle see otsustamine on põhjendatud, on see, et selle rõnga seesmine, s. o. Saturni poole pööratud, äär kiiremini liigub, kui wälimine äär.

Saturni loodusest teame meie väga wähe, sest kauguse pärast ei wõi tema pinnal ka kõige suuremate teleskoopide abil mitte palju näha. Mõnikord paistawad Saturni pääl pikuti ekwaatori punakad-hallid jooned, nii kui Jupiteri päälgi. See nähtus annab sellest tunnistust, et Saturni õhus palju weauru olemas on.

Uranus ja Neptuun. Kõige wälimised päikese süsteemi planeedid on *U r a n u s* ja *N e p t u u n*. Esimene on päikesest 19 korda kaugemal, kui maakera (2692 miljoni wersta), tema aasta — 84 meie aastat. Temal on neli kuud. Wiimane on terwelt 30 korda päikesest kaugemal, kui maakera, ta aasta on umbes 164 ja pool meie aastat; temal on üks kuu. Mõlemate läbimõõt on umbes 4 korda suurem, kui maakera läbimõõt ja mõlemaid wõib ainult teleskoopi abil näha. Uranust wõib arwa, wäga selge ilmaga, ka palja silmaga näha.

Neptuun on alles 1846 aastal üles leitud. Teda ei leitud mitte kogemata, waid ta olemine, kui ka koht, kus teda leida wõis, oli juba *w ä l j a r e h k e n d a t u d* ja kui seda kohta, kus rehkenduse järele Neptuun pidi olema, teleskoopide abil hoolsasti läbi otsiti, leiti teda tõesti sääl olewat. Neptuuni ülesleidmine on tähtjas tõendus sellele täheteaduse põhjusemõttele, mida meie ülewalpool Newtoni (Njutni) seaduseks nimetasime.

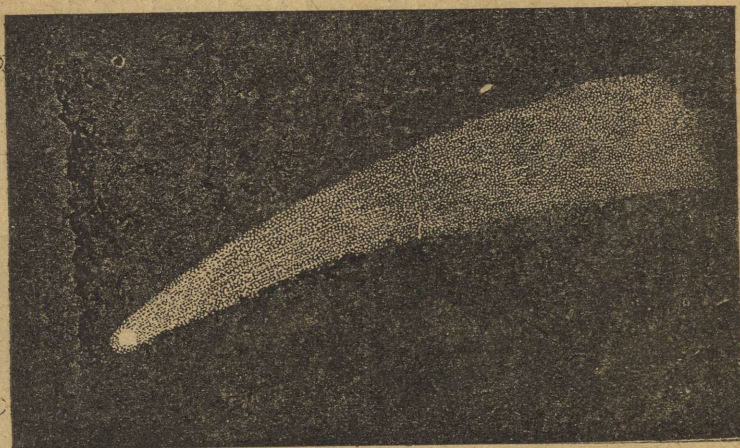
Et selgemat pilti päikese süsteemist saada, katsume omale järgmiselt päikese süsteemi mudelit ette kujutada. Wõtame umbes arsina kõrguse kera, see kujutagu meile päikest. Tema ümbermõõt on umbes wankri esimese ratta suurune. Et õiget suuruse ja kauguse wahekorda alles hoida, peame Merkuuri kujutuseks sinepiiwa wõtma ja selle 12 sülda suurest kerast kaugele panema. Et teist rändtähte, Weenust, temale wastawas suuruses ja paigas kujutada, peame erne walima ja seda 24 sülda kerast eemale seadma. Maakera mudeli jaoks peame teise erne walima ja selle kerast 31 sülda kaugusele panema. Rändtähe Marsi jaoks peame poole wähehaerne walima, kui meie maakera jaoks wõetud. Et 700 asteroidi kujutada, peame niipalju ütlemata peenikest tolmukübet wõtma. Jupiteri mudeli jaoks wõime wäikse õuna tarwitada ja seda kerast umbes 165 sülla kaugusele kanda. Saturni jaoks wõtame kirsimarja ja wiime ta 315 sülla kaugusele kerast. Uranuse kujutamiseks wõtame õige wäikse pähkle ja Neptuuni jaoks kibuwitsa marja. Wiimast peame enda päikest kujutawast kerast ligi 2 wersta kaugusele seadma.

See oleks umbkaudne päikese süsteemi mudel, kui meie päikeseks arsina suuruse kera wõtame.

Päale päikese ja planeetide käiwad päikese süstemesse weel komeedid ehk sabaga tähed ja meteoorigid ehk langewtähed.

Komeedid ehk sabaga tähed ei ole mitte kindlad kehad, nagu planeedid ja päike, waid nad näiwad iseseiswatest olluse osakestest koos olewat. Iga komeedi sees on

enamasti üks tihedam koht olemas, mis komeedi p ä ä k s nimetatakse. Pää ümber on udusarnane komeedi arwem osa, mis sagedasti ühele poole pikaks on wenitud ja siis komeedi s a b a k s nimetatakse. Komeedi sabast paistawad teised tähed selgesti läbi. Sellest on näha, et komeetide sabad wäga peenikesed, udusarnased on; ja kui meie komeeti teleskoopri läbi waatame, siis näeme ainult komeedi pääd ja selle küljes olewat saba jagu, suuremat osa sabast ei näe meie teleskoopis sugugi.



32. Komeet.

Mida lähemale komeet päikesele jõuab, seda pikemaks wenib tema saba, ja päikesest eemale minnes, kaob komeedi saba pikkamisi ära. Seda nähtust on elektri wäe tegewuse läbi seletada püütud. On nimelt tähele pandud, et komeedi saba päiksest ärakäänatud on, ja sellepärast arwatakse, et päikese pääl tegew olew elektri wõim komeedi pää ümber olewaid kuumi gaase eemale tõukab. Mida kergem komeedi ümber olew gaas, seda kaugemale tõugatakse tema komeedi pääst, ja seda pikem näib komeedi kuumast gaasist saba olewat. Sel põhjusel on Wene täheteadlane Bredihin komeetisi kolme liiki jaganud. Esimese liigi komeetide ümber on kõige kergema gaasi (wesiniku) kord, päikese ligidal on selle liigi komeetidel kõige pikem saba. Teise liigi, suurema jao komeetide ümber on raskem (süsi-wesiniku) kord, ja selle liigi komeetidel on palju lühem ja laiem saba, kui esimese liigi komeetidel, sest päikese pääl töötaw elektri wõim jõuab raskemat gaasi palju vähem eemale tõugata. Kolmanda liigi, arwa nähtud komeetidel ei ole

peaaegu sugugi saba ja on nende ümber olew gaasi - kord wist raskematest ollustest, nii et päikese elektri wõim selleks nõrk on, et siin oma mõju awaldada.

Täiendatud pikksilmade ja päewapildi kunsti abil pandi iseäranis palju sabaga tähti möödaläinud, 19-mal aastasajal, tähele. Nendest wõis aga ainult 30 ümber palja silmaga näha.

Komeedid käiwad niisama kui planeedidki päikese ümber, aga nende teed on määratu pikergused ellipsid. Päikese lähedal liiguwad nad wäga kiiresti; nii et nad wäga pea pääle meile nähtawale ilmumist jälle ära kaowad. Mõnda sabaga tähte wõib ainult mõni tund näha, siis kaob tema jälle meie silmaringist, teisi wõib päewade ja nädalate kaupa tähele panna; on aga ka niisugusid komeetisid olnud, keda mõni kuu taewa wõlwil nähti. Teleskoopide abil tähelepanud komeetide arw on üle 700, aga ainult wähestel nendest on ka teed wälja rehkendatud, nii et nende ilmumist ette wõib ära ütelda. Arwatakse, et mitmed komeedid sõõrikujulisel kõwerjoonel (paraabli wõi hüperbli kujul) liiguwad.

Spektroskoopi abil on komeetide päädes kuumawaid gaase leitud. Mitmel komeedil arwatakse meteoride parwedega ühendust olewad, sest et nende teed ühte käiwad. Sellest küljest wõib kõige huwitawamaks komeediks seda sabaga tähte arwata, mille Austria wäepäalik Biela 27. weebuaril 1826 a. tähele pani. Tema lagunes nimelt 1845 a. kaheks sarnaseks, aga mitte ühesuuruseks komeediks. Siis kadusid mõlemad meie silmaringist. 1852 a. ilmusid mõlemad komeedid jälle taewawõlwile, aga nüüd olid nemed juba umbes $2\frac{1}{2}$ miljoni wersta üksteisest eemal. 1852 aastast saadik ei leita neid tähti enam, kõige agaramate otsimiste pääle waatamata. Selle asemel oli aga 1878 ja 1885 aastal iseäranis palju langewaid tähti näha. Need tähesaad tulid arwatawasti sellest, et Biela komeet tükkideks (meteorideks) oli lagunened ja et nimetatud aastatel maakera selle meteoride parwest läbi läks.

Meteorideks ehk langewtähtedeks nimetatakse wäikesi ilmakehakesi, mida meie ainult siis näha wõime, kui nad maakera õhupiiri sisse juhtuwad ja külgetõmbamise jõuu mõjul maa pääle hakkawad kukkuma. Suurem jagu meteore põleb õhu sees koguni ära, kuna ainult harwa mõni maakera pinnale jõuab. Igal öösel wõib näha, kuida taewa all täht edasi jookseb ja ära kaob. See on nimelt meteor, mis maa pääle kukkumise teel õhu sees ära põles. Langewtähtede paistmise kestwus on harilikult osa sekundist. Harukordadel paistab ta 3—4 sekundi ehk rohkem. Heledamad meteorid jätawad harilikult sabakujulise tulise jälje maha, mis ka mõne aja järele ära kaob. Maa pinnale

jõudnud meteorid on teadusele väga tähtsad, sest et nad ainukesed sõnumi toojad ilmaruumi kõwade olluste üle on, kuna spektroskoop meid ainult säälsete gaasidega tutvustab. Maakera pinnale jõudnud meteoride uurimisel on nendes



33. Langewtäh, nähtud 27 juulil 1873 a. Kalifornias.

needsamad ollused leitud, millest suuremalt osalt meie planeedi pind kokku on pandud. Pääle selle leidub paljudes meteoroides iseäranis palju rauda.

9—13 augustil ja 13—14 nowembril wõib harilikult enam meteoroidid näha, kui muul aastaajal, ja mõnedel aastadel iseäranis rohkesti. Et seda nähtust seletada, arwatakse, et nimetatud aegadel maakera kahe tee läheduselt mööda läheb, mida mööda otsatu palju weikseid ilmakehasid laiali laotatud ümber päikese rändab. Seda teed, millest maakera augustil mööda läheb, nimetatakse *perseiidide* teeks, seda aga, millest ta nowembril mööda läheb — *leoniidide* teeks. Nende teede pääl on kõigel nende pikkusel meteoroidid ümber päikese rändamas: mõnes kohas hõredamalt, mõnes tihedamalt koos. Kui nendel teedel sellel kohal, kust maakera mööda läheb, tema möödamineku ajal juhtub tihedam meteoroidide kogu olema, siis peab muidugi rohkem langewaid tähti nähtawale tulema.

Kõige hiilgawamaid langewtähti, Jupiteri wõi Weenuse meile paistwa suurusest algades, nimetatakse *tulekuulideks* ehk *bolliidideks*. Nad kustuwad mõnikord sädemeid pillutades wõi plahwatawad ka, mille pääle wahel üksikuid tumedama hiilgusega tükki maapinnale kukkuma näib. Mõni minut hiljemalt kuulub tugewamat wõi nõrgemat, wahel isegi kõrwulukustawat mürinat. Niisugused plahwatawad meteoroidid sünnitawad õhukiwide ehk *aeroliitide* sadu. Mürina lõpul nimelt kuulub õhusahisemist ja susinat, mille saatel kiwid maa pääle kukuwad. Wiimaseid nimetatakse *meteorikiwideks* wõi *meteorirauaks*, selle järele kui palju nende sees rauda leidub. Kõige suuremad meteorikiwid on üle 500 puuda rasked.

Meteoroidid kaotawad meie õhkkonna kõrgemates kihides oma ilmaruumi-kiiruse ja sajawad selle kiirusega maa pääle, mida maakera külgetõmbamise wõim nendele anda suudab. Sääal paigal, kus ilmaruumist saadud kiirus ära lõpeb, lõhkeb meteor ja sääalt langewad siis üksikud meteoroidi osad raskuse seaduste kohaselt maa pääle.

Wanal ajal peeti aeroliitisi taewast langewateks tähtedeks ja asendati neid templitesse kummardamise aineks. Kõige tuttawamad seda laadi kiwide hulgast on roomlaste *ancile*, mis Numa Pompiliuse ajal taewast maha kukkunud olewat ja mille kaotamist Rooma hukkamineku ette-tähenduseks kuulurati; pääle selle ka Kaaba „must kiwi“ Mekkas ja t. — „Kõue kiwide“ ja „pikse noolte“ uskumine ei ole ka meie rahwa seas weel kaugeltki kustunud. Araabias walmistati meteorirauast mõõgaterasi, mida wäga kal-

liks peeti, sest muu seas arwati niisugustel mõõkadel jõudu olema, oma peremeest igasuguste haavamiste eest kaitsta ja temale waenlase üle wõitu anda.

Kinnistähed. Päike on keskkohaks maakerale ja mitmete teistele tähtedele. Üleüldine keskkohk ei ole ta aga mitte, sest suurem jagu tähti, mida meie ilmaruumis wõime tähele panna, särawad ise oma walgusega ja ei saa walgust mitte päikeselt, ega keerle mitte päikese ümber. Nad seisawad ilmaruumis nagu päikenegi peaaegu liikumata, oma wastastikus seisu mitte muutes. Neid nimetatakse sellepärast ühes päikesega k i n n i s t ä h t e d e k s. Wõib olla et ka teiste kinnistähtede ümber rändtähti käib, aga nende kauguse pärast ei jõua praegused waatlemise abinõud meile mitte wõimalikuks teha neid tähele panna. Isegi siis, kui taewakehade waatlemiseks kõige terasemat ning kõige suurekstegewamat pikksilma tarwitatakse, paistawad kinnistähed waatlejale ainult kui walgusetäpid silma, mis üksteisest paljalt heleduse ja karwa poolest lahku lähewad, kuna neis müidu mitte mingisugusid iseäraldusi tähele ei saa panna. Sellest tuleb järeldada, et kinnistähed maakerast määratu kaugel on, wõrdlemata kaugemal kui päike, kuu ja rändtähed, millede pääl waatleja silm teleskoopi abil rohkesti iseäraldusi seletab. Meie aja täheteadusel on korda läinud mitme kinnistähe kaugust äramõõta. Nagu kõik senised uurimised on näidanud, ei ole ainustki kinnistähte olemas, mis maakerale lähemal seisaks kui 4000 miljardi penikoorimat. Seda õgujoonelist ulatust ilmaruumis nimetatakse t ä h e k a u g u s e k s. Et walgusekiir seda maad oma lennu-teekonnal läbeks ära käia, kulub tal $3\frac{1}{2}$ aastat ära, ehk teiste sõnadega: üks tähekaugus on $3\frac{1}{2}$ walguseaastat pikk. Tuttawatest tähtedest asub S i i r i u s ehk orjapäht maakerast 2,6 tähekaugusel ja kandle ehk wanade reinaste tähekujus W e e g a (Eesti k. reinaste peremees) 20 tähekaugusel.

Pääle üksikute tähtede paneme taewawõlwil t ä h t e d e s a l k u tähele. Mitmed tähed seisawad nõnda üksteise wastu, et nemad ühtekokku mõne iseäralise kuju ehk pildi sünnitawad. Taewakaartide pääl pruugitawad ja haritud maailmale tutwad tähtede salgad ja nende nimed on greeklastelt ja roomlastelt päritud. Aga greeklased ja roomlased ise on neid suurelt osalt hommikumaaalt saanud. Need wanad nimed on osalt loomadest wõetud, nagu karu, kalad, oinas, sõnn, wähk, lõwi j. n. e., — osalt Greeka ja Rooma muinasusust, nagu Herkules, Andromeda, Orion j. n. e., osalt on nemad mõne asja ehk inimese nimed igapäwasest elust, nagu: kaal, kroon, kaksikud, neitsi, woormees j. n. a., Uuema aja teadusemehed on weel mõned

uued tähtede nimed juurde lisanud, nii et nüüd kõik taewas nendega täidetud on. Ka Eesti rahwal on omad iseäralised tähtede pildid, oma iseäraliste nimedega. Need on enamasti kõik põllutööst wõetud, mis sellest tunnistuseks on, et eestlased juba wanast ajast saadik üks põlluharija rahwas on ja põllutööd armastab. Kõige tähtsamate tähtede-salkade hulka tulewad kaks tähe pilti arwata: w ä i k e n e ja suur wanker (waata p. 4, lhk 15). Neil on kummalgi seitse tähte. Neli tähte on neljanurka seatud, nagu wankri rattad, esimesed ratad wähe pisemad ja koomal. Kolm tähte rataste ees tähendawad aisa ehk wehmert, weolooma ja wankri peremeest. Wäikse wankri juures on põhjanael, wankri peremees, seitsmes ja tähtsam täht ses pildis. Wankrite järgmised oma tutwuse poolest Eesti rahwaelus tähtede hulgas on sõelad, wana ja uus sõel ja tuttaw tähtede salk O r i i o n. Seda tähepilti nimetawad lõunapoolsed eestlased k o o d i k s ja r e h a k s, Tallinamaal w a r d a t ä h t e d e k s.

Särarohkuse järele on tähtede wahel ammust ajast saadik wahet tehtud. Juba wanaaegsed Greeka täheteadlased räägiwad 1., 2., 3., 4. ja 5. suurusejärgu tähtedest. Sellega ei ole aga kaugelgi mitte nende tähtede pärisuuruse kohta midagi öeldud, waid on ainult nende näituwat heledust ära tahetud tähendada. Kõige eredamad tähed langewad muidugi 1 suurusejärku, kõige nõrgemalt wilkuwad, mida paljas silm weel seletada suudab, arwatakse aga 6. järku. Siin juures wõib arwata, et mida tumedam täht on, seda kaugemal on tema meitest. Nende tähtede arw, mis terasele silmale selgel ööl nähtawad wõiksid olla, ulatab kuni 4000. Kui meie aga pikksilma läbi tähtistaewast waatleme, siis selgub, et tähtede hulk seda kiiremini kaswab, mida tugewama pikksilma meie tarwitame.

Terwes taewalaotuse ruumis on, nagu siamaale uurimistel kindlaks tehtud: 18 tähte esimese, 60 teise, ja 200 kolmanda järgu tähte. Arwu suurenemine on selle järele aste astmel märksa tõusew. Neljandas hiilguse järgus arwatakse 500, wiidendamas 1400 tähte olewat. Sellega ühes lõpeb aga palja silmaga nähtawate tähtede arw, astmeliste tähe-arwude suurus tõuseb aga ikka umbes selsamal määral edasi, nõnda et igas astmes eelminewast umbes kolme wõrra rohkem tähti leida on. — Pääle kuendama hiilguse järgu seletatakse weel pikasilma abil kümme järgnewat hiilguse ästet. Et tõusewat tähtede arwu umbkaudselt näidata, tähendame, et kaheksandas järgus neid 40.000, üheksandas 120.000, ja kümnendas ei wähem ega rohkem kui 360.000 tähte on. Taewateadlane Arago luges üle 9 miljoni kolmeteistkümnendas, üle 28 miljoni neljateistkümnendas järgus. Terwe nähta-

wate tähtede hulga kuni kuuteistkümnenda hiilgusejärguni tahawad mõned täheteadlased 100 miljoniga ära määrata.

Täheteaduslisele uurimisele ülitähtsad on täielikud t a e - w a k a a r d i d, kuhu kõik tähed nende seisukoha ning heleduse järele üles oleksid tähendatud. Aga otsekoheste waatlemiste teel ei saa, nagu kõik katsed on näidanud, neid kaarta mitte walmistada. Sellepärast on nüüd täheteaduses päewapildikunst tarwitusele wõetud. 18 tähtsamat tähetorni on enestele ülesandeks teinud päewapiltliku taewakaardi tarwis tähtistaewast üles wõtta ja selle töö endi wahel ärajaganud. Neid üleswõtteid tehtakse kõikides tähetornides täitsa ühesuuruste ja ühesuutusliste pikksilmade abil. Igast taewaosast tehtakse kaks üleswõtet. Esimese üleswõtte korral hoitakse platet ainult 5 minutit tähtede paiste käes. Siis ilmuwad sinna päale kõik need tähed, mis oma suuruse poolest 1.—11. järku langewad. Nende platede järele wõib siis karwapäälsete mõõtmiste teel tabelit kokku seada, kust näha wõib, missugune nähtaw seisukoht tähtedel taewalaotuses on. Teise üleswõtte korral lastakse plate tund aega tähtede paistel olla. Selle tagajärjel ilmuwad plate päale kõik tähed peaaegu kuni 13. suurusejärguni. Nende platede järele seatakse taewakaart kokku. Üleüldse läheb eelnimetatud töö lõpulewiimiseks 20.626 platet tarwis, ja arwatakse, et tähtede arw, mida need üleswõtted 1.—13. suurusejärguni enestesse mahutawad, umbes 30 miljoni päale tõuseb.

Uuema aja uurimised on tõeks teinud, et k i n n i s - t ä h e d, nende seas ka meie päike, mitte ühe koha päl paigal ei seisa, waid et nad ilmaruumis e d a s i l i i g u - w a d. Kuid kinnistähete liikumiste jaoks ei ole mingisugust ühist raskuse keskpunkti olemas. Ilmaruumis ei leidu mingit suurt keskkohalist päikest, mille ümber kinnistähed koos niisama ringitseksid, nagu meie päikese süsteemi rändtähed meie päikese ümber tiiruwad. Muidugi wõime meie ainult tähtede liikumisi tähele panna, mis maakera seisukohalt waatejoonega loodis sünniwad. Täht, mis otsejoonel maakera poole wõi maakerast eemale liigub, ei näi maakerapääle waatleja silmis oma kohta taewalaotuses mitte muutma. Spektroskoopi abil on aga wõimalik seda maakerawaaatejoonel sündiwat liikumist märgata ja ta kiirust wälja arwata. Sel teel on leitud, et näit. Siirius igas sekundis maakerale 7 kilomeetri wõrra läheneb. Nagu uurimised selgeks on teinud, lendab meie päike iga sekundi jooksul 20 kilomeetrit edasi.

Suur jagu tähtedest, umbes neljaskümnes osa kõigist neist, mis paljale silmale ehk harilisele pikksilmale üksikutena näha, muutusid k a k s i k t ä h t e d e k s, kui ruumidest läbitungiwat uuema aja hiigla pikksilma otsa nende

poole tõsteti, ja seal, kus enne taewalaotusel ühtainust kindlat tähte märgati, nähti nüüd kaht päikesekogu, mis ühtewiisi teatud ringis keerlewad. Sarnasel unrimisel toodi kolme-, nelja- ja ülepää mitmekordseid ilmade kogud teaduse silma ette. Kõik need kogud hoitakse meie maa sarnaselt külgetõmbusejõu läbi liikumisel ja võib nende keskpunktideks päikesi pidada, mida nad ümbritsewad ja milledele nad walguse ja soojuse wastu wõtawad.

Päikesesüsteemi sündimine. Et päikesesüsteemi sündimist ja ta praegust olekut lihtsa looduseeaduste põhjal ära seletada; on mitmed hüpoteesid wälja mõeldud. Ühe arwamise järele on enne päikesesüsteemi sündimist see jagu ilmaruumi, milles praegu päikesesüsteem asub,



34. Päikesesüsteemi sündimine.

wäga hõreda ollusega ühetasaselt täidetud olnud. Siis on milgi põhjusel sääl kohal, kus praegu päikene on, ringjooks sündinud. See ringjooks pani oma ümber olewa olluse kihi endaga ühes ringi jooksuma. See kiht tõmmas ringjooksu enda kõrwal olewa kihi ja mõnda edasi, kuni liikumine keskkohast weel mitu korda kaugemale oli laiali lagunenud, kui see koht on, kus meie praegu Neptuuni näeme. See tulispasa sarnane liikumine sünnitas külgetõmbamise jõu, mille mõjul kõik see määratu suur liikuw jagu hõredat

ollust ennast keskkoha poole kokkutõmbama hakkas. Kokkutõmbamine peab aga füüsika seaduste põhjal tingimata soojust sünnitama, ehk nagu füüsikas üteldakse, kokkutõmbava keha temperatuuri kõrgendama. See temperatuuri tõusmine läks kokkutõmbamise tagajärjel nii kaugele, et kõik see liikuv päikese süsteemi ollus kuumama hakkas. Niisugust kuumawat ollust, mis ennast veel mitte ei ole kindlaks kehaks jõudnud koguda, on veel praegugi ilmaruumis väga mitmel kohal näha. Tema sünnitab nõnda nimetatud udusarnased kohad taewalaotuses, mis selgetel öödel taewawõlwil tähtede hulgas näha on. Neid on terwel taewawõlwil leida, siiski on suurem jagu nendest meile ainult pikksilma abil tuttawaks saanud. Ainult mõned wähesed



35. Andromeda udukogu.

on ka palja silmaga näha. Suurem jagu udukogusid aga leiti fotograafia abil. Nii on meile taewalaotuse päewapiltide läbi praegu paari sajatuhande udukogu ümber tuttawad. Mõne udukogu kuju on ka täiesti niisugune, kui ta ainult tuulispa sarnase liikumise tagajärjel võib olla, nõnda nimetatud spiraal-udukogud. Pool osa kõigist meile tuttawast udukogudest on niisugused spiraal-udukogud. Väga huwitawad on need udukogud, mis kuidagi tähtedega ühenduses on, täht on kas-udukogu keskel või mõne käärusees. Udukogusid jagatakse kahte liiki: nooremad ja wanemad udukogud. Esimesed on kuumade gaaside

(suuremalt jaolt wesiniku ja lämmastiku) kogud. Nende spektrumis on ainult paar heledat triipu. Wiimased on juba kõrgemal edenemise astmel. Nende spektrumis on juba kõik wärwilised jooned näha. ja on nende spektrumid juba meie päikese ja teiste kindlate tähtede spektrumide sarnased. Sellest on näha, et need udukogud mitte ainult tulise gaasi kogud ei ole, waid et nendes olluse jaod on hakkanud ennast kokku tõmbama, ja et niisugustes udukogudes kohati tähe moodu wedelate, aga tuliste olluste kogusid leidub. —

Mida enam meie päikese süsteemi kuumaw udukogu ennast keskkoha poole kokkutõmbas, seda enam kaswas soojus ja üksikute olluseosakeste lähenemise tõttu ka külgetõmbamise jõud aga seda enam hakkas ka ringjooksu jõud nähtawale tulema, mis olluse kogumist keskkoha takistas. Ühtewiisi kaswawa külgetõmbamise mõjul hakkas siis ollus ennast mitmesse keskkohast väljaspool olewasse punktisse kokku koguma. See olluse kokkutõmbamine kestis seni, kui kokkutõmmatud ollusest kokkutõmbamise kohal kindel keha sündis. Kõige enam kogus ollust muidugi keskkoha. Sellest sündis päike. Keskkohast väljaspool olewatesse punktidesse kogunud ollusest saiwad planeedid, komeedid ja meteoorid. Sündinud kehad olid kõik kokkutõmbamise tagajärjel tulised. Kui nüüd keha oma tiheduse tõttu ennast enam kokkutõmmata ei saanud, siis ei tõusnud ka mitte enam tema temperatuur, waid kuumaw ilmakeha hakkas külma ilmaruumi mõjul jahtuma. Mida suurem oli sündinud keha, seda kauem aega tarwitas ta oma jahtumiseks. Sellepärast on päike ja osalt ka planeedi-hiiglane Jupiter siia maani oma endist kuumust suuremal määral alal jõudnud hoida kui teised wäiksemad kehad.

Endine ilmaolluse ümber keskkoha liikumine jäi sündinud kehade juures alles: päike keerab ennast oma telje ümber ja planeedid käiwad sellelsamal sihil tema ümber. Pääle selle liikumise on planeetide ollus mitmetel põhjustel weel enne kindlateks kehadeks kogumist endale liikumise ümber oma telje saanud. See liikumine sünnitas ka siin ringjooksu jõuu. Selle mõjul ei läinud mitte kõigil planeedi keskpunkti poole koguwal ollusel korda ennast sinna koguda, waid osa temast kogus keskkohast väljaspool olewate punktide ümber, kus tema kogumist weel mitte ringjooksu jõud ei takistanud. Niiwiisi sündisid kuud.

On weel arwamine, et see jagu ollust, mis ringjooksu jõu tõttu ennast keskkoha ei saanud koguda, mitte korruga ühe keskkohast väljaspool olewa punkti ümber ei kogunud, waid enne keskkoha ümber käiwad ringid sünnitas, mille ollus alles pärast poole ühte punkti kokku kogus. See arwamine leiab endale tõendust tuttawast Saturni ringist ja

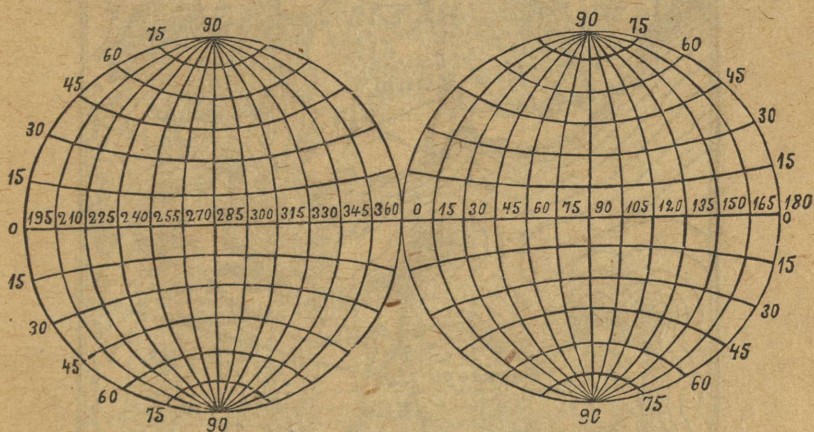
nendest päikese ümber käiwatest olluse ringidest, mida meie perseiididena ja leoniididena tunneme. Säär ei ole ringi sünnitawal ollusel mitte korda läinud ühte kohta koguda, waid ta on määratu hulga wäikesi kehakesi sünnitanud. Meie maakera muutis ennast aegamööda külmas ilmaruumis gaasisarnasest kerast kuuliks, mille keskele raskemad ollused kogusid, mis hakatuses weel wedelad olid. Selle wedelatest ollustest kuuli ümber kogusid kergemad ollused gaasi näol — meie praegune õhkkond (atmosfäära). Suure kuumuse tõttu oli aga siis õhkkonnas palju enam ollusid wedelaks muutunud ja õhkkonnast alla maapinnale langenud. Aega mööda sündis jahtumise tõttu maakerale kõwa koor ümber — meie maapind. Koore all olewad wedelad ollused tõmbasid ennast pärast jahtudes ka kokku, mille tõttu koore all tühjad ruumid tekkisid, nii et maakera koor ennast sagedasti kortsu tõmbas ehk sisse wajus. Selle läbi tekkisid maapinnal lõhed ja augud. Sisselangenud maapinna jaod rõhusid all pool olewate wedelate jagude pääle, ja wedelad ollused tungisid maakera kõwa koore pragudest wälja maakera pinnale. Niisugused nähtused kordasid sagedasti, ja selle läbi tekkisid mäed ja orud maapinnale. Edasi jahtudes läks maakera kõwa koor seest poolt ikka paksemaks ja wäljastpoolt kõwemaks ja kindlamaks. Jahtudes tihedamaks läinud õhukorra jaod langesid wihmana maakera pinnale. Sellest tekkis meri, mis wististi palju suurem oli, kui praegune meri, aga ka palju madalam, sest sel ajal ei olnud maapinnal weel nii sügawaid lohkusid, kui praegu. Et selle aja mere wesi wäga kuum oli, siis leidus temas ka kõiksugu sooli ja muid ollusid, mis teisi maapinna kõwasid ollusid sulatasid. Selle läbi mõjus meri tähtsalt maakera kõwa koore pääle, teda jaolt häwitades jaolt muutes. Wees sulanud wõi wees ärauhunud maapinna ollused langesid teisel paigal muutunud tingimiste tõttu mere põhja, nimelt külmemas wees ehk niisuguste ollustega kokkupuutudes, millega nemad ennast keemialikult ühendada wõisid. Sell wiisil tekkisid maapinnal uued lademed (näit. sawi- ja paekiwilademed). Maapinna tõusmise ja langemise läbi ja nimetatud wiisil tekkinud uute lademete läbi sai meri hoopis teise kuju. Sellest tekkisid sügawamad ja madalamad kohad meres, tekkisid saared ja terwed ilmajaod. Aega mööda ilmus ka elu maa pääl.

Maakaart pakub meile pildi maakera pinnast wõi selle üksikutest jagudest. Et paberilehe pääle terwet maakohta joonistada, selleks wõetakse maapinna mõõtmiseks tarwitatawa mõõdu asemel mõnda wähemat mõõtu, näit. 1 wersta asemel 1 toll.

Suuremate maakaartide juures, mis sõjawäes tarwitusel (kindralstaabi kaardid), on 1, 2 või 3 wersta asemel üks toll võetud või kilomeetri asemel 1 tsentimeeter. Teistel maakaartidel jätkub sellest, kui 10 või 20 wersta asemel üks toll võetakse, ehk Lääne-Euroopas 5 või 10 kilomeetri asemel üks tsentimeeter. Sagedasti on muidugi ka veel vähemaid kaartisi olemas. — Kui näit. kaardi pääle 10 wersta asemel üks toll võetakse, siis on maakaart 410.000 korda kaardi pääle joonistatud maakohast vähem. Seda märgitakse kaardi pääl lühidalt — mõõt 1 : 410.000. Kui näit. 10 kilomeetri asemel 1 tsentimeeter võetud on, siis on maakaart 1.000.000 korda maakohast vähem, mis kaardi pääle niiwiisi märgitakse — mõõt 1 : 1.000.000.

Siin on 1 kilomeeter kaardi pääl $\frac{1}{1.000.000}$ kilomeetrist maakera pinnal, ning 1 □-kilomeeter kaardi pääl on $\frac{1}{1.000.000}$

$\times \frac{1}{1.000.000}$ □-kilomeetrist maakera pinnal. Oleks vaja 1 biljon kaardi lehti, et nendega maakera pinnal 1 □ kilomeetri kinni katta. — Kaardi mõõtu võib ka kaardi pääle trükitud kaardiwõrgu abil ära määrata, sest pikkusesihi (meridiaani) iga 1 kraadiline kaaretükk on 111 kilomeetert pikk.



36. Stereograafiline projektsioon.

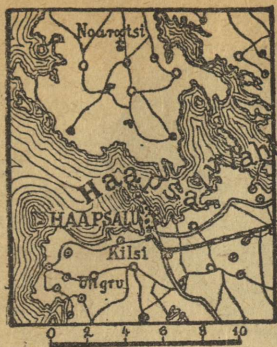
Ainult gloobus annab meile õige pildi maakera pinnast. Kuid gloobuse kummitud pinda ei ole mitte võimalik kaardi kujul laiali laotada, ilma et ta tükkideks käriseks. Et maakera kummitud pinda kaardile joonistada, on mitmesugu-

sed projektsjoonid wälja mõeldud, milledest igalühel aga oma wead on. Näit. on joon. 36 selgesti näha, et poolkera keskkohal joonistatud maakera pinnaosad peawad vähemad olema kui poolkera äärte poole joonistatud, neid nende õige suurusega maakera pinnal wõrreldes, sest joonistusel on pikkuse — ja laiusekraadid seda pikemad, mida lähemal nad kaardi weerel asuwad.

Maapinna kõrgus, merepinnast arwates, tähendatakse maakaartide pääl sagedasti wärwidega ära: pruuni wärwiga kõrgendikud (mida kõrgem maakoht, seda tumedam pruun), rohelise wärwiga — lausikmaad (mida madalam maakoht, seda tumedam roheline) ja weekogud (mered, järwed, jõed ja sood) — sinise wärwiga. — Mägede ja küngaste nõlwakud tähendatakse maakaartide pääl peenikeste kriipsudega ära: mida järsum nõlwak, seda jämedamad on kriipsud ja seda lähemal nad seisawad üksteisest.



37. Maakaart (Haapsalu ümbrus) suure erikaardi mõõdus (umbes 5 wersta 1 tollis, mõõt 1 : 200.000).

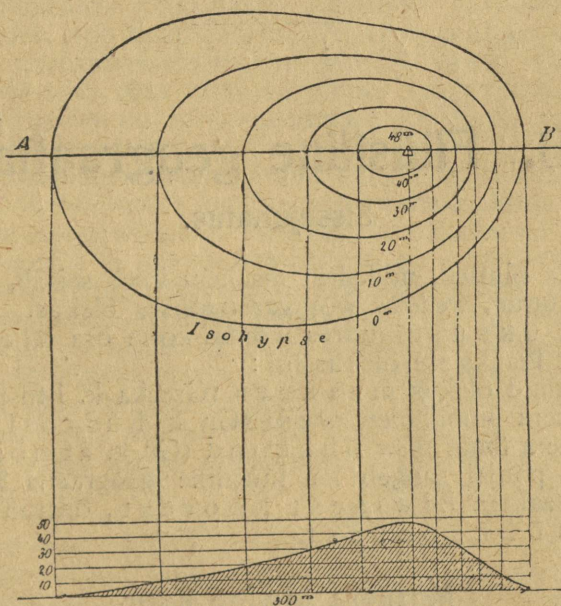


wersta

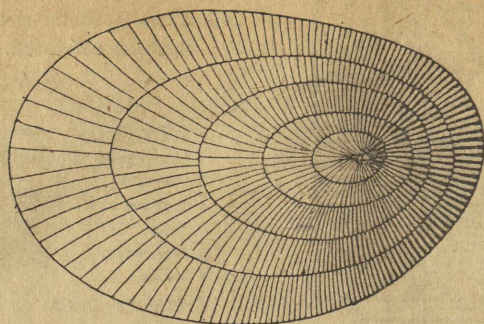
38. Seesama maakohast hariliku geograafia kaardi suuruses (umb. 10 wersta 1 tollis, mõõt 1 : 430.000).

Erikaartide pääl tarwitawate märkide seletused.

✠ kirik	— raudtee
f tuuleweski	— postmaantee
* tule torn	— teised teed
△ rannawahi maja	☼ mets
• talu	☉ järw
⊙ wesiweski	▨ soo
⊕ kõrts	△ wabrik
⊙ metsawahi maja	



39. All on mäe läbilõige, kus juures iga kümne meetri tagant ristloodis joon tõmmatud on. Ülewal on sellesama mäe kaart, millel iga kümne meetri tagant ühekõrgused kohad joonte läbi ühendatud on. Niisugusid jooni nimetatakse Greeka keeli sõnaga „isohüpsid“ ehk „horizontaalid“ (ristloodis jooned).



40. Sellesama mäe kaart, kus pääle ristloodisjoonte mäe nõlwakud weel peenikeste kriipsukestega ära on tähendatud. Mida järsum mäe nõlwak on, seda lähemal seisawad ristloodis jooned üksteisest, seda paksemad on kriipsukesed ning seda tumedam on kaardi pääl maakoht, sest mida järsum nõlwak, seda vähem on ta ülewalt tulewate walguse kiirte läbi walgustatud.

B. Füüsiline geograafia.

Sissejuhatus.

Kõik ollused, milledest maakera koos seisab, leiduwad kas tardunud, wedelas wõi gaasitaolises olekus. Ka maakera kui üksuse juures wõime kolm osa tähele panna, milledest igaüks ise olekus on :

1. tardunud olekus m a a k e r a (Greeka k. litosfäära),
2. maakera pinnal olew wesi (Gr. k hüdrosfäära) ja
3. maakera ümbritsew õ h k k o n d (Gr. k. atmosfäära).

Sel põhjal langeb ka füüsiline geograafia 3 osasse : õpetus maakera kiwisest koorest, õpetus weest ja õpetus õ h k k o n n a s t.

Maakera kiwine koor.

Maakera sisemus. Maakera sisemust meie lähemalt ei tunne, sest meie wõime ainult maakera pinda uurida. Üle 2000 meetri (ligi 2 wersta) ei ole inimesed suutnud maa sisse tungida, s. o. ainult $\frac{1}{3000}$ maakera raadiusest.

Maakera sisemuse kohta on meil ainult arwamised. Need arwamised toetawad end andmete pääle, mis meil maakera temperatuuri kohta on. Maakera pinna (kuni 15—20 meetri sügawuseni) temperatuuri ja sügawamate maakera kohtade temperatuuri wahel on suur wahe. Kuni 20 meetri sügawuseni tuleb soojus päikesest, sügawamal aga ei awalda päikesekiired enam mingit mõju, ja soojus tuleb maakera sisemusest; kuni 20 meetri sügawuseni paneme neidsamu temperatuuri kõikumisi tähele, mis maakera pinnal õhus ette tulewad. Sagedasti on temperatuuri kõikumised siin isegi suuremad kui õhus. Mida sügawamale meie maa sisse tungime, seda vähem paneme temperatuuri kõikumisi tähele. Üle 20 meetri sügawusel ei awalda maapinna temperatuuri pääle öö-päewa kõikumised enam mingit mõju. 15—20 meetri sügawusel on temperatuur aasta läbi ikka ühesugune ja ei muutu kunagi. 1783 a. Pariisi obserwatooriumi keldris ülespandud soojamõõtja näitab kuni tänapäewani muutmata 11,7⁰ C.

M u u t m a t a s o o j a s e i s u piiri sügawus oleneb ära temperatuuri kõikumiste rohkusest maakera pinnal. Nabamaades, kus temperatuuri kõikumised kõige suuremad on, asub muutmata soojaseisu piir 25 meetri sügawuses. Troopikamaades, kus maakera pinnal temperatuuri kõikumised tähtsuseta on, asub muutmata soojaseisu piir ainult 6—8 meetri sügawusel.

Sügawamate maakerakihtide temperatuuri kohta saame teateid soojamõõtmiste kaudu, mis puuraukudes ja mäekaewandustes on ette wõetud. Puuraukude sügawused ulatawad üle 2200 meetri ja mäekaewandustest on wasekaewandused Ülem järwe ääres Põhja-Ameerika Ühisriikides kuni 1500 meetrit sügawad. Kõikide puuraukude ja mäekaewanduste temperatuuri uurimised on tõeks teinud, et muutmata soojaseisu piirist allpool temperatuur tõuseb, mida sügawamale meie maa sisse tungime. Iga 25—35 meetri kohta tõuseb temperatuur 1⁰C. wõrra. Sellest wõib järeldada, et maakera sisemuses wäga kõrge temperatuur peab walitsema, nagu arwatakse, mitte alla 20.000⁰ C. Juba umbes 65 wersta sügawusel arwatakse palawus nõnda suur olewat, et see kõiki tuttawaid metallisid wedelaks suutab muuta. Veel sügawamal peawad kõik ollused kõrge temperatuuri mõjul gaasitaolises olekus olema. Et ollused maakera sisemuses nii suure rõhumise all on, mida meie omis katsetes ei suuda kätte saada, siis ei ole ka seniajani veel kindlasti teada, kas need ollused seal kõwas, wedelas wõi gaasisarnases olekus on. Igatahes asuwad, vähemalt kohati, maakera kõwa koore all ollused poolwedelas olekus, nagu meie seda tegewatest tulemägedest wõime näha. Neid maakera

koore all olewaid poolwedelaid ollusi nimetatakse m a g - m a 'ks. — Et maakera 5¹/₂ korda raskem on kui wesi, maakera kõwa koort sünnitawad mineraalid aga ainult kuni 2,8 korda weest raskemad on, siis peab maakera sisemus palju raskematest ollustest (metallidest) koos seisma kui ta kõwa koor. — Maakera kõwa koore paksuse kohta lähewad õpetlaste arwamised lahku. Kuna ühed maakera kõwa koore pääle ainult 1⁰/₀ kõigest maakera sünnitawast ollustekogust arwawad, tõendawad teised, et pool osa sellest ollustekogust maakera koore pääle läheb.

Mäetõud. Oma tekkimisewiisi järele leiame maakera-pinnast kahte seltsi mäetõugusid: u h t l a d e m i k k a j a p u r s k m ä e t õ u g u s i d.

Kui meie maa sisse augu kaewame, siis näeme sagedasti, et maakera pind mitmesugustest kihtidest ehk lademetest koos seisab. Tasandikul lamawad need kihid just kui raamatus lehed kordamisi üksteise pääl ja seisawad sawi-, liiwa-, lubja- ja kriidi-ollustest koos. Niisugused ristloodis üksteise pääl asuwad lademed on wee all, kas mere wõi järwe põhjas, sündinud. Jõed kannawad alati kõiksugu liiwa ja kõntsa meredesse ja järwedesse. Ka uhuwad lained kallastelt palju sarnaseid olluseid wette. Kõik need kõwad ollused langewad wee põhja. Aja jooksul muutuwad wee põhjas alumised kihid päalmiste kihtide rõhumise all ikka kõwemaks ja kõwemaks, ning niiwiisi sünniwad mitmesugused mäetõud. Liewaterakesed muutuwad rõhumise läbi liiwakiwiks. Peenest sawisest kõntstast sünnib kiltkiwi. Paekiwi- ja kriidilademed on wees elawate konnakarpide ja teiste sarnaste loomade lubjastest kestadest tekkinud, ning kiwisöelademed sawi, kõntsa ja liiwa sisse sattunud taimetest. Niisugustes wees sündinud kihtides leiame tihti kalade ja elajate jätiseid, kes meres wõi mererannal on elutsenud. Need elajad on juba ammugi ära mädanenud ja ainult oma kujuwormi alal hoidnud, kuna teised jälle ära on kirwinenud. Et meie maakera pind mitte kuskil liikumata paigal ei seisa, waid alaliselt, kui ka wäga aegamööda kas kerkib wõi wajub, siis juhtub sagedasti, et merepõhjas sündinud lademed üle wee pinna tõusewad ja maisamaa pinnaks saawad. Nii on meie Eestimaa Soome lahe-äärne paekiwi kallas merepõhjust mitme sülla kõrguseni üle weepinna kerkinud. — Meie paekiwilademetes leitakse ka wäga palju konnakarpide ja muude wees olewate loomade kiwis-tusi. Niisugusid wees sündinud maapinna lademeid nimetatakse u h t m ä e t õ u g u d e k s ehk u h t l a d e m i k k u d e k s.

Kordamisi üksteise pääl asuwatest lademetest koosseiwate mäetõugude kõrwal leidub maakera pinnal aga ka teisi mäetõugusid, mis kõwasti üksteise külge liidetud suurematest ehk vähematest kristallidest koos seisawad. Ka wõib sagedasti niisuguste mäetõugude juures selgesti näha, et nad wedelast olekust kõwaks on tardunud, aga looma ja taime jälgesi ega kiwistusi ei leia meie nendes mitte ilmiski. Nimet. mäetõugude hulka kuulub näit. laialt maakera pinnalt leiduw graniit ehk raudkiwi. Graniit ja teised sarnased mäetõud on kuumas ning wedelas olekus maakera seest wälja woolanud ja siin ära tardunud. millepärast neid wanemateks purskmäetõugudeks nimetatakse. Enamasti katawad wanemaid purskmäetõugusid liiwa, lubja j. m. t. lademed, aga igal pool maakera pinnal, kus wõimalik on kuni alumise maakihini tungida, leidub alati uhtmäetõugude all wanemaid purskmäetõugusid.

Uuemal ajal tulemägedest wäljaheidetud mäetõugusid nimetatakse nooremateks purskmäetõugudeks.

Maakera kõwa koore lugu. Loomad ja taimed, millede jätiseid meie uhtlademikkudest leiame, lähewad suuremal wõi vähemal moodsul lahku meieaegsetest loomadest ja taimedest. Mida suurem see wahe on, seda wanemad peawad need lademed olema, milledest neid jätiseid leiti. Taimestik ja loomastiku iseäralduste järele wõib kõiki uhtmäetõugusid mitmesse lademikku (Formation) jagada. Igas lademikus on mitu lademet, milles ühesugune looma- ja taimestik leidub, mis teiste lademikkude looma- ja taimestikust lahku läheb. Iga lademik wastab teatud ajajärgule maakera elus, mille jooksul need lademed tekkisid. Maakera wanadust jagatakse nelja pääosasse ja kaheteistkümmesse ajajärku, millest igaüks oma iseloomulised lademed järele on jätnud. Ajajärgudele wastawate lademikkude nimeid on kõrwalseiswa tabeli pääl äratähendatud, ühes igas lademikkus leitawate tähtsamate kasulikkude mineraalidega ja purskmäetõugudega.

Esiaeg. Alguslademik. Maakera esiaeg ulatab maakera algusest kuni selle ajani, kus ju lademetes kindlad loomade ja taimede jäljed leida on. Selle ajajärgu algul tekkis maakerale koor pääle raskemini sulawatest mineraalidest. Esiaeg peab mitusada miljoni aastat pikk olema olnud, sest selle aja jooksul jahtus maakera 2000° C päält, kus kõik mineraalid weel wedelas olekus on, 38° pääle, kus juba elu tekkida wõib.

Lademikkude ülewaade.

	Lademikud	Kasulikud mineraalid.	Purskmäetõud.
I. Esiaeg. Loomad ja taimed pruudwad	1. Algu slademik (gneis, kiltkiwi)	Kuld, hõbe, tina, nikkel, grafit	Graniit, sieniit.
II. Wana aeg. Esimeste orgaaniliste olewuste jäljed ja jätised.	Esi lademik . 2. Kambriumi ajajärk. Esimeste orgaaniliste olewuste jäljed. 3. Siluuri ajajärk. Selgroota loomade ajajärk. 3. Devonii ajajärk. Kiipkalade ajajärk. 5. Kiwisõe ajajärk. 6. Permi ehk Düüasi ajajärk.	Sawi, põlew kiltkiwi, Paekiwi, põlewkiwi, raud, tahwlikiwi (koolitahwltte tarwis) Kiwisüsi. Wask, sool, gips	Dioriit, diabaas, porfir, melafir.
III. Kesk aeg. Ilmuwad kõrgemal edenemise astmel seiswad loomad ja taimed, kes jaolt ka juba meie ajaloomi ja taimede meelde tuletawad; loomade seast on iseäranis ka heppaiksed tähelepanemise-wäärt.	Teis lademik . 7. Triias e ehk soolamägestiku ajajärk. a. Kirju liiwakiwi ajajärk b. Konnakarbi lubjakiwi ajajärk. d. Keuperi ajajärk. 8. Juura ajajärk. 9. Kriidi ajajärk.	Sool Raud, lubi, kiwitrükikiltkiwi, kritt	
IV. Uus aeg. Loomade ja taimede wormid lähewad meie ajaomadega ikka sarnasemaks. Ilmuwad wäga suurel hulgal hiiglasuured imetajad (mastodon, dinoteerium).	Kolmis lademik . Wanema pruunsõe ajajärk. 10. Noorema pruunsõe ajajärk.	Pruunsüsi	Basalt Trahiit
Esimesele kohale astub inimene.	Neljis lademik . 11. Diluuiumi ajajärk. Jääaeg. 12. Alluuiumi ajajärk.	Turwas, sooraud, löss	Basalt-laawa, laawa.

Aegamisi jahtudes tõmbas end maakera ikka enam kokku, mille tõttu maakera koor ennast wolti ja kortsu ajas ja mägestikka sünnitas. Kui maakera pind alla 100°C jahtunud oli, ilmus sinna wesi õhus leiduwa weauru weeks muutumise tõttu. Esiaja mäetõud on kõik kristallilised: graniit, dioriit, kristalliline kiltkiwi. Kõik need lademed on maakera suladest ollustest nende jahtumise tõttu sündinud, nad on aluseks, mille pääl kõik järgmised lademed on tekkinud. Esiaja lademed arwatakse üle 3000 meetri (kuni 3 wersta) paksud olewat. Tähtsad on need lademed selle poolest, et nad metallide ja kalliste kiwide poolest rikkad on. Soomemaa pind seisab esiaja lademetest koos.

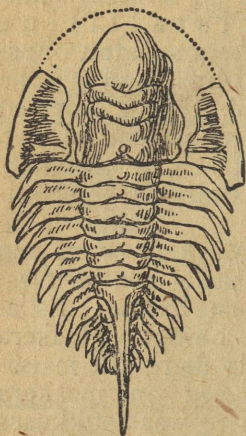
Maakera wana aeg. Esilademik. Maakera wana aeg on iseäranis selle poolest huwitaw, et meie siin esimest korda kindlaid märke looma- ja taimeelust leiame. Esilademiku paksust arwatakse üle 2 wersta olewat. Maakera wana aja algusel oli suurem osa maapinda mere all, maisamaad oli palju vähem. Suured muutused on maakera wanaaja jooksul kliimas, maisamaa ja mere wastastikkuses olekus, kui ka looma- ja taimeriigis sündinud. Ühes ja sellessamas kohas leiame meie sagedasti järgimööda: esiti sügawas merepõhjas elawaid loome, siis tunnistusi, et sinna paika madal mererand oli tekkinud, ja wiimaks rabasoo. Nende muutuste põhjal jagatakse maakera wanaaeg wiide osasse: Kambriumi, Siluuri*), Deewoni*), kiwisööe ja Permi ehk Düüasi ajajärgud.

Kambriumi ajajärgu lademeid leidub ka Eestimaal, kus nad Soome lahe lõunaranda mööda kõrge malsakalda paekiwi kihtide all, merepõhjas ja kohati ka jõgede nõwades nähtawale tulewad sinise sawina, sõmeralliwana ja ka kõwa liiwakiwina. Kambriumi sinises sawis leiti Eestimaal 1886 a. kiwistatud kolmelapiline wähk, trilobiitide sugust olenellus. See oli esimene sarnane loom, mis ülepää nii wanades kihitides leitud on. Et see wähk mitte esimene loom maa pääl ei wõinud olla, oli igale ühele selge. Muidugi oli elu juba miljonid aastat maakera pinnal olnud, enne kui üherakulistest algloomadest wõrdlemisi nii kõrgel edenemise astmel asuw loom tekkis, nagu see trilobiit. — Kõige ülemaks kihiks (kohati kuni 3 sülda paks) Eestimaa Kambriumi lademetes on tume pruun wõi must sawine kiltkiwi,

*) Siluuri rahwa järele, kes enamasti Wales'i (ueelsi) maakonnas Inglismaal elas.

**) Devonshir'i maakonna järele Corwales'i (kornueelsi) poolsaarel Inglismaal.

mis korallitaoliste loomade jätistest tekkinud süsinikurikka põlewa ollusega (b i t u m e e n i g a) labiimbunud on ja selle tõttu ka põleda võib. Kambriumi lademed kokku on Eestimaal umbes 200 sülda paksud.

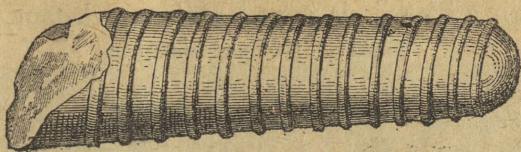


41. Olenellus Mikwitzi.

Siluuuri ajajärgu lademed on Eestimaal peaaegu kõik mitmesugused paekiwi kihid ja nende all ainult õhukene kord sawist või lubjast liiwa, wahelüliks Kambriumi lademetega. Siluuri paekiwi lademed algawad Petrogradi kubermangus (Duderhofi kõrgendikud) ja lähewad Eestimaast läbi kõrget maltsakallast sünnitades, mis Ontika juures (Wirumaal) ligi 60 meetrit (üle 190 jalga) kõrge on ja lääne poole madalamaks läheb. Lasnamägi (Tallinna lähedal) on 38 meetrit (116 jalga) kõrge ning maltsakallas Baltiski juures 25 meetrit (84 jalga). Siin langeb maltsakallas alla merepinna, ilmub jälle Wäikse ja Suure Pakri saare põhjarannal ja wiimati Osmussaarel.

Lõuna pool ulatawad paekiwi lademed kuni Pärnu ja Nawesti jõgedeni. Siit läheb nende piir ida poole kuni Pedja jõeni, kus ta kirde poole pöörab Palamuselt mööda Awinurme; siit läheb ta ida poole Peipsi järwe põhjarannaga kõrwuti, temast umbes 10 wersta põhja pool, ja Petrogradi kubermangus jälle kirde poole. Hiiumaa, Saaremaa, Muhumaa ja Kihnu saared on kõik Siluuri paekiwi lademetega kaetud, mis siit lääne poole Läänemere alt läbi Lõuna-Rootsimaale ja Inglismaale lähewad. Siluuri ajajärku lademetes on kaugelt suurem osa kiwistusi mereloomade ja taimede omad, millest järeldada võib, et siis peaaegu kõik maakera pind weega kaetud oli. Siluuriaegne loomariik on madalal järjel, ehk küll sugude poolest juba kaunis rikas: konnakarbid, käsnad, tigud, korallid, wähjad ja sellesarnased loomad elustawad merd. Kõige tähtsam selleaegne loom oli kolmelapiline trilobiidi wähk, keda wanema Siluuri aja loomariigi kuningaks võib nimetada. Niisama kehwal järjel on taimeriik: suuremalt jaolt leiduwad siin ainult merelaskwad ja harwa mõned sõnajalad -sugused taimed. — Eesti mannermaa ja Hiiusaare põhjapoolses osas ning Wormsi saaret asuwaid paekiwi lademeid nimetatakse alamateks (ehk wanemateks) Siluuri ajajärgu lademeteks. Siin on kiwistuste seas tähelepanemise-wäärt molluskide sekka kuuluwad ortotsera -

tiidid ja nende kõrwal iseäranis ida pool trilobiidid. Siluuri paekiwi lademetest Rakwere ja Jõhwi wahel. raudteest põhja pool leidub bitumeeniga läbiimbunut punast



42. Ortotseratiit.

mergeli või kiltkiwi („põlew kiwi“), mis kuni 55% põlewat ollust sisaldab, ja millest hääd põletis- ja määreõli valmistada võiks, kui selle kiwi lademed paksemad oleksid (ainult kuni 30 tsentimeetr.). — Alamatest Siluuri lademetest lõuna pool asuvad ülemad (ehk nooremad) Siluuri lademed. Nendest lademetest leitakse kõige enam isesugust konna-



43. Pentamerus.

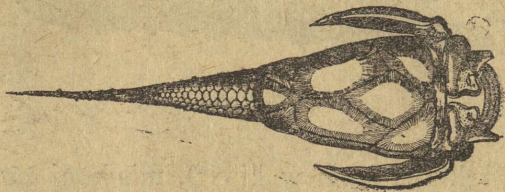
karbitaolist looma „Pentamerus“. — Kõige kõrgemal edenemiseastmel asuvad loomad on siin krõmpskalad, millede kiwistusi Saaremaa paekiwist leitud on. Krõmpskalade järeltulejad on meie aja meredes haikalad.

Dewooni ajajärgu lademed asuvad Läänemeremaades Siluuri lademetest lõuna ja kagu pool. Eestimaa lõunapoolne osa ja Lätimaa on nende lademetega kaetud, niisama ida pool Pihkwa ja Nowgorodi kubermangud. Kõige alumised (wanemad) lademed (suuremalt osalt pehme punane liiwakiwi) ulatawad lõuna poole kuni jooneni, mis Peipsi järwe lõunaranda Riia lahe lõunarannaga ühendab ja siit lääne poole kuni Läänemere rannani läheb. Selles Dewooni liiwakiwis leidub sagedasti suuremaid koopaid (näit. „Tõrgu“). Liiwakiwi lademetest lõuna ja kagu pool asuvad kõwa walge ehk kollaka dolomiiti kiwi lademed*). Dewooni lademetes leiduwad suuremalt jaolt needsamad loomad, mis meie Siluuri lademetes tunda õppisime: trilobiidid, orthoceratiidid, krõmpskalad. Nendel tulwad nüüd juurde weel kilpkalad. Nende keha esimene pool, iseäranis pää, oli kõwa krõmpsluuga või sarwega kaetud nagu wähidelgi ehk kilpkonnadel, kuna saba pehme oli. Oma

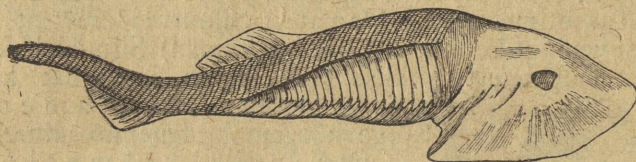
*) Dolomiit sisaldab eneses üle 50% söehapu lupja ja üle 40% söehapu magnesiati.

raske sarwest katte pärast ei wõinud nad wist mitte palju ujuda, waid waritsesid saaki, saba muda sisse peidetult. Taimed on Dewooni ajajärgul endiste sarnased: hiiglasuured puusarnased sõnajalad, osjad, karukollad ehk reburaid ja sarn. Dewooni lademetes leiame

Kilpkalad Dewooni ajajärjust.



44. Pterythys.



45. Cephalaspis Lyelli, Inglismaalt.

ka esimesi okaspuid. Meretaimed kaswasid siis nõnda lopsakalt, et nad paiguti kiwisöelademeid on sünnitanud. Dewooni lademed on õige paksud (mitu sada sülda), sest ei Läänemere maades ega Wenemaal ei ole neid veel jõutud läbi puurida. Lääne-Euroopas on kindlaid arwusi kätte saadud. Nii on Saksamaal Eifeli mägestiku Dewooni lademed üle 2 $\frac{1}{2}$ wersta paksud ja Shotimaal Dewooni päälmine kiht, punane liiwakiwi, üksi umbes 1 $\frac{1}{2}$ wersta paks.

Kiwisöe ajajärg on oma nime suurtest kiwisöelademetest saanud. Muidugi on ka enne ja pärast seda ajajärku kiwistusi tekkinud, kuid ainult paiguti ja mitte nii suurel määral. Selles ajajärgus ilmub maakera pinnal juba enam maisamaad. Nagu eelmistes ajajärkudes, nii walitsewad ka siin mereelukad, kuid nüüd ilmub nende kõrwal esimest korda ka rikas maisamaa loomastik ja iseäranis taimestik. Selle ajajärgu alamad kihid on veel merepõhjas sündinud nõnda nim. mäelubjakiwi, milles suurel hulgal mereliiliate, polüüpide, juurjalgsete ja teiste sarnaste mereloomade jätiseid leidub. Keskmised kihid on mererannal tekkinud, kuna ülemad, liiwakiwi- ja sawikihid, millede wahel suured kiwisöekihid leiduwad, maisamaa sünnitused on. Kiwisöe ajajärgu mannermaade

soosed sooja ja niiske kliimaga lausikmaad olid tiheda lopsaka taimekaswuga kaetud, kus 10—15 sülla kõrgused sõnajalad, osjad ja karukollad meie aja leht- ja okasmetsa asemel kasvasid. Teistest suurtest kiwisõe ajajärgu kaswudest on weel nimetada karukoldade liiki puud



46. Mets kiwisõe ajajärgul.

sigillaariad (pitsaripuud), lepidodendrid (soomuspuid) ja osjade seltsi puud kalamiidid. Puud ja muud taimed langesid oma kaswu lõpul weeloikudesse, kus nad ruttu ärakõduneda ei wõinud; ajajooksul korjus neid sinna suur hulk; nad said wiimaks teiste lademetega alla maetud ja raske rõhumise all õhu puudusel pikkamisi kiwisõeks muudetud. Metsades elasid hiiglasuured putukad ja mõned kahepaiksed. — Läänemeremaades ei ole kiwisõe ajajärgu lademeid leitud.

Permi ehk Düüa'si ajajärgu alumised lademed on mererandades ja maisamaal tekkinud, ülemised, mitmesugused lubjakiwid („Zechstein“) — merepõhjas. Wiimaseid lademeid leiame ka edelapoolsel Kuramaal. — Maakera koor oli sel ajal weel õhukene. wedel sisu oli palawam ja maakera pinnale ligemal, kui nüüd, mispärast maawärisemisi sagedasti ette tuli. Ühtlasi surusid maaalused gaasid alt maakera koort wastu, mille tagajärjel mitmes kohas, kus ennemalt meri oli olnud mannermaa tekkis. Ka mõned Lääne-Euroopa mägestikud on siis tekkinud. Niisama sündisid endise suure mere jätistena suured soolajärwed, nagu Kaspia ja Aarali mered. Kus aga soolajärwed ära kuiwasid, sääl tekkisid suured soolalademed, mis Orenburgi ligi-

dal üle $1\frac{1}{2}$ wersta paksud on. Selle aja taime- ja loomariik oli waene. Lepidodendrid ja sigillaariad on ära kadunud. Dewooni aja suured metsad on tulemägede tegewuse läbi arahäwitud, nad on jaolt pursklademetega kaetud. Taimestiku kõige tähtsamad esitajad on nüüd okaspuud, loomade seas seisawad esimesel kohal kahepaiksed.

Maakera keskaeg. Teislademik. Keskaeg on ülemineku-
 kuag wanast ajast, oma täitsa iseäralise taime- ja loomastikuga, uue ajani, meie aja organilise maailmaga. Maakera keskaja lõpul ilmuwad esimest korda need loomade ja taimede kujud, mis meie weel praegu maakera pinnal leiame. Loomadest on keskajal kõige tähtsamad kahepaiksed,



47. Maakera keskaja mereloomade kiwistused. Ammoniitid (5—10, 18), belemniiit (19), konhifeerid (3, 4, 11—17) meresillid (1, 20).

kes selajal oma edenemise tipule jõudsid, millepärast maakera keskaega ka kahepaiksete ajajärguks wõiks nimetada. Sel ajal leidub kuni 5 sülla pikkusid kahepaikseid. Mereloomadest seisid esimesel molluskide sekka kuuluwad ammoniitid ja belemniiitid. Wiimastel oli suur sarnadus meie aja seepiatega. Taimede seas on puutaolised sõnajalad, okaspuud ja saagopalmid kõige tähtsamad, kuid keskaja lõpu poole ilmuwad ka juba üheidulehelised ja kaheidulehelised taimed (lilled, lehtpuud, palmid ja t). Kõige uuemates maakera keskaja kihtides leiame ka juba esimesi linde ja imetajaid. Maakera keskaja lademed on wanaaja lademete sarnased: seesama paeikiwi, liiwakiwi ja mergel, ainult wanaaja sawise kiltkiwi asemel leidub siin sawilademeid. Keskaja

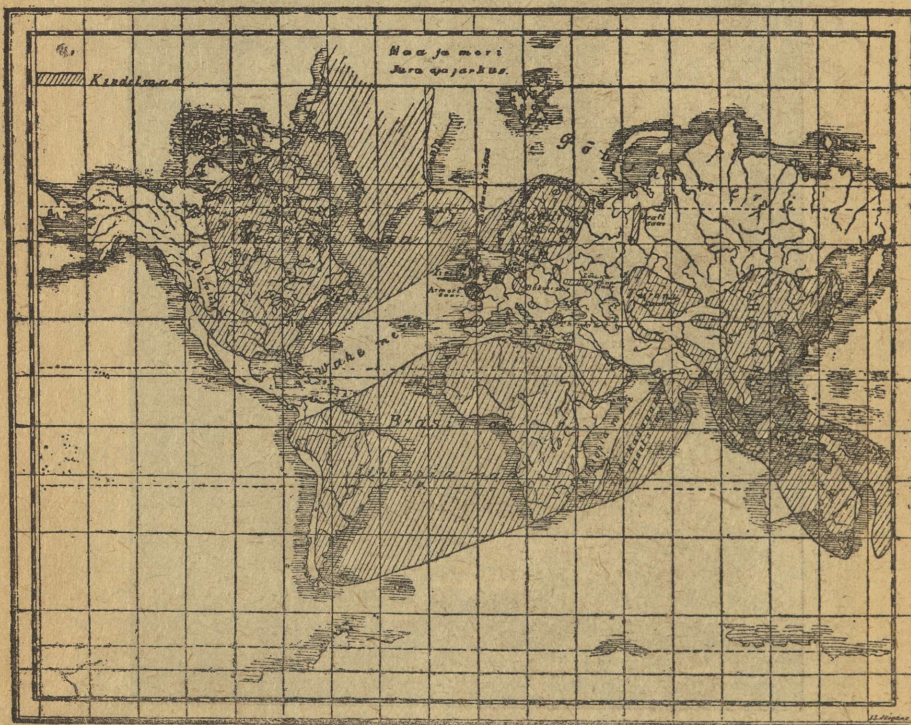
lademed on palju õhemad kui wana aja omad, millest järeldada võib, et keskaeg palju lühemat aega kestis, kui wanaaeg. Keskaja lademed seisawad enam ehk vähem ristloodis üksteise pääl, sest maawärisemised ei wapustanud enam nii suurel määral maakera pinda, ja pürskmäetõugude vähene



48. Mets triase ajajärgul.

arw annab sellest tunnistust, et tulemägede tegewusele oli waheaeg tulnud. Lademetē ja nende sees leiduwate orgaaniliste jätiste iseloomu järele jagatakse maakera keskaega kolme ajajärku: triiase, juura ja kriidi ajajärk.

Triiase ajajärgu lademeid on iseäranis põhjalikult Saksamaal uuritud, kus suur hulk maapinda nendega kaetud on. Lääne-Euroopas leidub sellel ajajärgul tekkinud suuri soolalademeid. Läänemeremaades ei ole selle ajajärgu lademeid ülepää mitte leitud. Wenemaal wäga wähe. Triiase ajajärgu lademeid wõib kolme osasse jagada, sellest on ka selle ajajärgu nimetus tulnud (Greeka k. treis, tria = kolm). Alamad kihid on kirjust liiwakiwist, keskmised — k o n n a k a r b i - l u b j a k i w i s t ja kõrgemad kihid nõnda nim. Keuper'ist. Kirju liiwakiwi on ülepää loomadest ja taimedest waene. Konnakarbi-lubjakiwi on iseäranis rikas kõiksugu meres elawate molluskide koortest, milledest ammoniidid, belemniiidid ja mereliiliad nimetamisewäärt on. Keuperis, mis mitmesugustest mergelitest koos seisab, leidub maisamaa loomastiku ja tai-



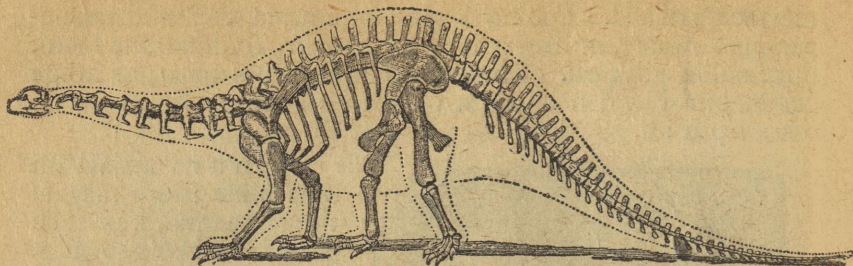
49. Mannermaad ja mered Juura ajajärgus. Mannermaad peenikeste kriipsudega äratähendatud.

mestiku jäätiseid. Loomade seas on suured sisalikud tähelepanemise-wäär, milledest *belodon*, krokodilitaoline loom, mitu silda pikk oli. Taimedest leidub selles ajajärgus kõige enam suuri sõnajalataolisi taimed, osje ja okaspuid.

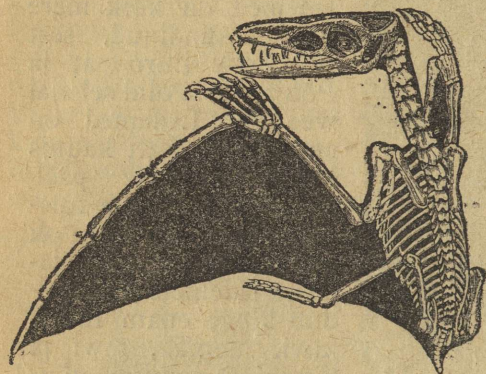


50. Ichthyosaurus.

Juura ajajärk on oma nime Juura mägestikust saanud, kus selle aja lademed kõige esmalt ja kõige põhjalikumalt läbi uuriti. Juura aja lademed on kõik mere põhjas sündinud, sest suur osa Euroopat ja Põhja-Aasia olid sel ajal wee all. Lademed on suuremalt osalt kaunis loodis üksteise pääl. Maawärisemisel ja tulemägede tegewusel oli siis waheaeg. Juura ajajärgu lademete seas leidub kõige enam lubjakiwi, mergeli, sawi ja liiwakiwi; purskmäetõugusid on siin wägawähe. Lademete karwa järele jagatakse neid kolme järku : 1) *must* (liias); *pruun* (dogger) ja *walge* (malm) juura. Mustad lademed on kõige alumised, walged — kõige päälised. Juura aja lademeid leidub edelapoolsel Kuramaal, kus nad jaolt permi aja lademete pääl asuwad ja Leedumaal. — Juura ajajärgul jõudis maakera keskaja looma- ja taimestik oma edenemise tipule, kujude rohkuse, mitmekesisiduse ja suurepärsuse poolest. Iseäranis palju leidub siin hiiglasuurte sisalikkude



51. Brontosaurus.



52. Pterodactylus.

selle aja liiwakiwist. — Pääle ammoniitide ja belemnitiide leiame Juura aja meres iseäranis palju koralle ja käsnu. — Suurte puutaoliste sõnajalgade, palmide, okaspuude ja t. metsade jätitest sündisid Juura aja kiwisöelademed. Kliima oli sel ajal arwatawasti ühesugune soe, weel ilma aastaegade wahedeta.

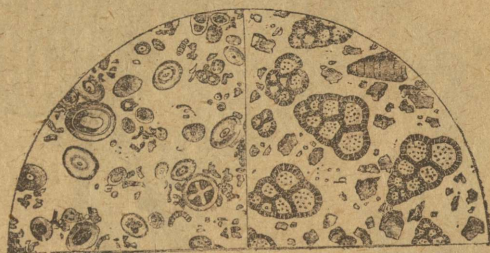
Kriidi ajajärgul tekki- sid pääsjalikult lubjakiwi, mergeli, sawi ja liiwakiwi lademed. Kirjutamise kriiti, millest see ajajärk oma nime on saanud, leidub ainult ülemistes noormates kihtides ja wõrdlemisi wähestes maakohtades (näit. Pas de Calais wäina rannal, Rügen saarel ja m). Pürsk-

jätiseid. Juura meres elab kuni 5 sülla pikkune kalamoodu sisalik *ichthyosaurus*. Maisamaa sisalikkudest sai brontosaurus kuni 7 sülda pikaks ja atlantosaurus kuni 15 sülda. Ka õhus lendawate sisalikkude jätiseid leiame Juura aja lademetest (*pterodactylused* ja t.) ja ka ühe tõsise sulgedega kaetud linnu (*archaeopteryx*) kuju leiame



53. Archaeopteryx.

m ä e t õ u g u s i d e i o l e s e l l e s a j a j ä r g u s p e a a e g u m i t t e s u g u g i o l e m a s . L o o m a d e j a t a i m e d e j ä t i s t e j ä r e l e w õ i b k r i i d i a j a j ä r g u l a d e m e i d a l a m a t e s s e (w a n e m a t e s s e) j a ü l e m a t e s s e (n o o r e m a t e s s e) j a g a d a . A l a m a t e l a d e m e t e l o o m a s t i k u n J u u r a a j a j ä r g u l o o m a s t i k u g a w ä g a s a r n a n e . Ü l e m a t e s k r i i d i a j a l a d e m e t e s l e i d u b t a i m e d e j a l o o m a d e j ä t i s e i d , m i s j ä r g n e w a k o l m i s l a d e m i k u l o o m a - j a t a i m e s t i k u s a r n a s e d o n . — J u u r a a j a l õ p u p o o l e o l i d m i t m e d m e r e d h a k k a n u d ä r a k u i w a m a j a k r i i d i a j a j ä r g u e s i m e s e l p o o l e l l a i e n e w a d m a n n e r m a a d w e e l t ä h t s a l m õ õ d u l . K u i d k r i i d i a j a t e i s e l p o o l e l h a k k a s m e r i m a i s a m a a d u u e s t i ü l e u j u t a m a , n i n g s e l l e a j a j ä r g u l õ p u l o l i p e a a e g u t e r w e E u r o o p a (p ä ä l e l o o d e p o o l s e o s a) , P õ h j a - A a f r i k a , L ä ä n e - A a s i a , A r a l o - K a s p i a l a u s i k m a a j a T u r k e s t a n w e e a l l , n i i s a m a k a o s a P õ h j a - A m e e r i k a t j a B r a s i i l i a . W e e p õ h j a w a j u n u d o l l u s t e s t t e k k i n u d k r i i d i a j a u h t m ä e t õ u d k a t s i d n e i d m e r e a l l o l e w a i d m a a k e r a p i n n a o s a s i d . K r i i d i a j a l o o m a s t i k u l o n p a l j u s a r n a d u s t J u u r a a j a j ä r g u o m a g a : n e e d s a m a d b e l e m n i i t i d j a a m m o n i i t i d , n e e d s a m a d k o r a l l i d j a k ä s n a d , n e e d s a m a d u j u w a d , l e n d a w a d j a m a i s a m a a s i s a l i k u d . K u i d l i n d e o n s i i n p a l j u e n a m k u i J u u r a a j a j ä r g u s . I m e t a j a i d o n k r i i d i a j a l w e e l w ä h e l e i d a j a n e e d k i o n a i n u l t w ä i k s e d k u k k u r l o o m a d . E s i m e s t k o r d a i l m u w a d n ü ü d m a o d j a m a o s a r n a s e d s i s a l i k u d (m o s a s a u r u s k u n i 15 s ü l d a p i k k) . M i l j a r d i d e s t w ä i k e s t e s t j u u r j a l g s e t e s t k a r p e l a j a t e s t k i h i s e s i d k r i i d i a j a m e r e d . N e n d e p i s i k e s t e m e r e e l u k a t e k õ w a d e s t k e h a k a t e t e s t o n m i l j o n i t e a a s t a t e j o o k s u l p a k s u d w a l g e k r i i d i l a d e m e d j a s u u r e d k r i i d i k a l j u d t e k k i n u d . — T a i m e s t i k e d e n e s k r i i d i a j a l j õ u d s a s t i . N ü ü d i l m u w a d k a j u b a l e h t -



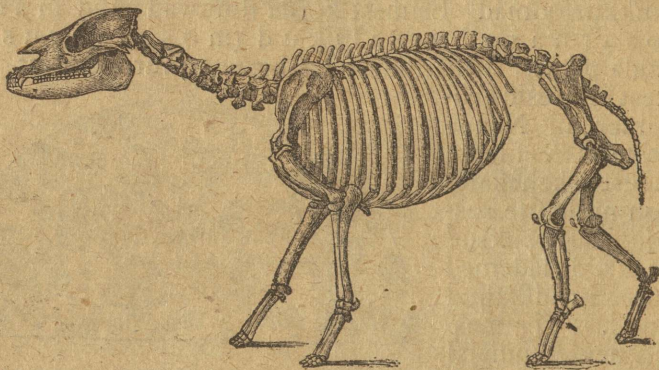
54. Kriit suurekstegewa klaasi all.

p u u d j a t õ r j u w a d a e g a m i s i w a n e m a i d t a i m e w o r m e k õ r w a l e . K õ i g e t ä h t s a m a d s e l l e a j a j ä r g u p u u d — t a m m e d , p a j u d , w i i g i p u u d , p a l m i d j a t . — o n m e i e a j a p u u d e g a w ä g a s a r n a s e d .

Maakera uus aeg. Maakera uuel ajal paneme meie wäga suuri maakera koore kõikumisi tähele, maapinna tõusu ja langemist, mis wulkaaniste jõudude wõimsa tegewusega ühenduses seisis. Uue aja esimesel poolel said mannermaad endi praeguse kuju. Siis sündisid ka maakera pinnal

need suured lohud, kus praegu ookeanid asuvad. Mannermaadel tekkisid maakera koore kortsutõmbamise läbi uued hiiglamägestikud (Himalaja, Kaukaasia mäed, Alpid, Pireneid ja t.). Tulemäed, mis osalt veel praegugi oma tegevust jätkavad, heitsid laawat välja, millest uue aja purskmäetõud sündisid (b a s a l t, t r a h i i t ja t.). Orgaaniline loodus muutus ka tähtsal määral. Maakera kesk ajal esimesel kohal asuvad roomajad ja kahepaiksed, ammoniidid ja belemniidid kaovad ära. Kõige kõrgemale edenemiseastmele jõuavad imetajad loomad ja luuke-rega kalad. Uue aja lõpu poole ilmub maakera pinnale inimene. — Taimede seas asuvad esimesele kohale kaheidulehelised taimed.

Uue aja lademed (sawi, lubjakiwi, liiw, konglomeraadid) langewad kahte järku, nende seas leiduwate loomade ja taimede jätiste järele: alamad — kolmislademik ja ülemad — neljislademik. Kolmislademik on imetajate loomade kuldne aeg nende sugude arwu ja mõnede sugude kehasuuruse poolest. Kolmislademiku esimese järgu, e o t s e e n i, kohta on iseloomulikud imetajate seas p a l a e o t h e r i u m, meie aja hobuse esiwanem, a n o p l o t h e r i u m, paariskabjaliste esitaja, ja d i n o -

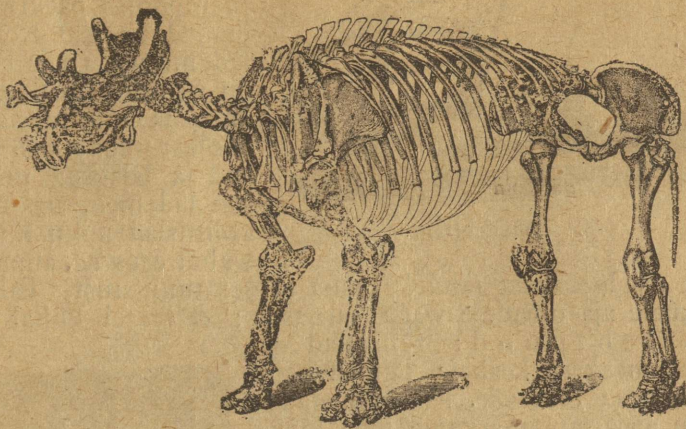


55 Palaeotherium



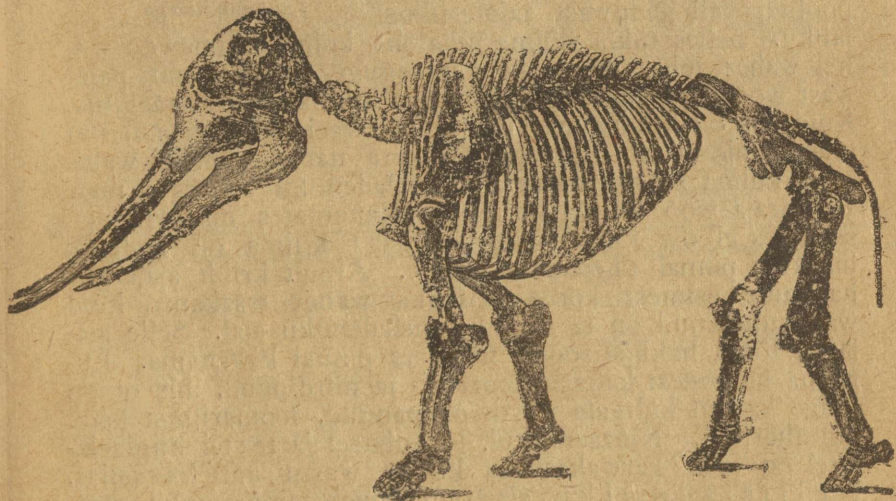
56. Anoplotherium.

c e r a s hiiglaelukas kolme paari sarwedega ja pikkade kihwadega. — Kolmislademiku teises järgus, neogeenis,



57. Dinoceras.

ilmuwad meie aja imetajate sarnased: paksunahaste seast mastodonid, ninasarwikud, dinothe-



58. Mastodon.

rium ja t., paaris- ja mittepaariskabjalistest — hobused, antiloo pid, põdrad, hirwed ja t. mitmetseltsi kukkurloomad, närijad, ning lõpuks ka ahwid. Madalamatel astmetel seiswatest loomadest on nimetamisewäärt juurikjalgsed nummuliidid, mille



59. Dinotherium.

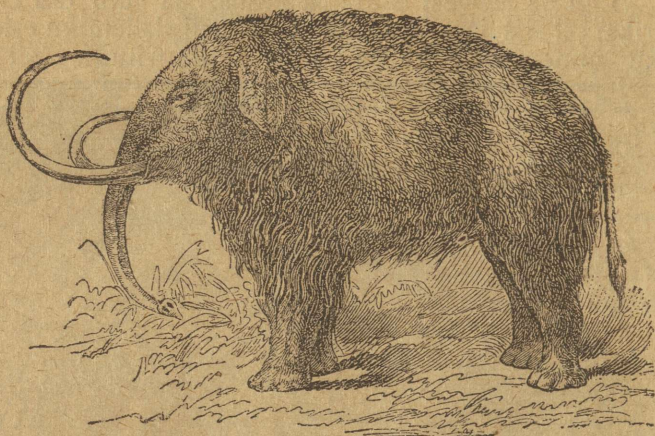
selle aja lopsakast taimekaswust selget tunnistust. Taimed on meie aja omadele väga sarnased; esimesel kohal asuwad lehtpuud; sõnajalad ja teised maakera keskaja taimed kaotawat oma tähtsuse. — Kolmislademiku ajajärgus märkame juba kindlat wahet taimede wahel selle järele. kus pool taimed kaswawad: mida kaugemal poolitajast maakera nabade poole, seda enam läheb taimestik poolitaja all leiduwast taimestikust lahku. Selles tükis wõime juba siis kolme kliimawöö wahel wahet teha, nagu meie praegugi troopika ehk palawast wööst, parajatest ja külmadest kliimawöödest räägime. Kuid siis oli kliima maakera pinnal weel palju soojem kui praegu, nii et näit. praegu maakera nabade ümber walitsewa külma kliima asemel, kolmislademiku ajajärgus meie aja paraja wöö kliima walitses. Wanemates maakera ajajärkudes ei ole kliimawahet olemas: kliima oli igalpool maakera pinnal ühesugune palaw. Ainult kriidi ajajärgus hakkame esimest korda niisugust wahet märkama, kuid wäljakujunenud on ta alles kolmislademiku ajal. Selle ajajärgu lõpul hakkas soojus maakera pinnal kahanema. Euroopa metsadest kaowad loorberi- ja mirdipuud, mis ometi kõige kauem külmale wastu on pannud, loomariigist kaob dinotherium. Ninasarwikul, jõehobusel ja teistel hiiglaelajatel on juba karwakasukas külma wastu katteks seljas. Neljislademiku ajajärgul langeb temperatuur maakera pinnal ikka enam ja enam, nii et warsti suur osa praeguse paraja wöö maadest jääga kaetud oli, nagu praegu Gröönimaa. Suured jäaliugustikud weeresid Skandinaawia, Alpi ja Shoti mägedest alla, oma harjal suuri kaljumürakaid kandes, mis jää mägede küljest lahti oli kiskunud. Meie maal leidub mitmes kohas suurel hulgal jää läbi Soome mägedest lahti kistud ning jäaliugustiku läbi siia kantud

lubjastest karpidest kolmislademiku ajajärgus merepõhjas paekiwi lademed sündisid. Kolmislademiku taimestik on wormide mitmekesiduse ja taimede arwu poolest väga rikas. Paksud ja laialised pruunsõe lademed, mis teiste kolmislademiku kihtide wahel asuwad, annawad



60. Tükk paekiwi nummulitidega.

Wiimase jääaja lõpuga (umbes 10—15.000 aasta eest) algab meie maakera kolmislademiku teine ajajärk a l l u u - w i u m , milles meie praegu elame.



62. Mammut.

Maisamaa.

Maisamaa ja meri maakera pinnal. Gloobuse pääle pilku heites paneme tähele, et maakera pind jaolt weega kaetud on, jaolt mitte. Weega kaetud maakera pinna osa on 2,6 korda suurem kui weega katmata osa ehk m a i s a - m a a . Poolkerade järele ei ole maisamaa ja wesi maakera pinnal mitte ühetaoliselt ära jagatud: põhja-poolkeral on maisamaad palju rohkem kui lõuna-poolkeral. Maakera wõib weel teistwiisi kahte osasse jagada: kujutame endile suure ringi maakera pinnal ette, mille üks poolus Paariisi linnast 100 kilomeetrit lõuna pool asuks. See ring jaotab maakera kahte poolkerasse, milledest ühe, m a n n e r m a a poolkera, pinnal peaaegu kõik maisamaa asub, kuna teise, mere poolkera, pind peaaegu kõik weega kaetud on.

Maisamaad ümbritsew wesi on õieti üks suur ilma-meri ehk ookean, mis wiide jakku jagatakse: Suur ehk Waikne ookean, Atlantid ookean, India ookean, Põhja- ehk Arkti Jäämeri ja Lõuna- ehk Antarkti Jäämeri. Ilmamere põhjast kerkiwad üles kõrgendikud — kolm suurt ja hulk wähemaid. Kolme suurema kõrgendiku üle merepinna ulatawaid jagusid nimetatakse m a n n e r m a a d e k s , neid

on seitse: Euroopa, Aasia, Aafrika, Põhja-Ameerika, Lõuna-Ameerika, Austraalia ja Antarkti ehk Lõunanaba mannermaa. Wähemaid üle merepinna ulatawaid maisamaa osasid nimetatakse saarteks. Siamaani nimetati mannermaaks ainult seda maakera koore osa, mis üle merepinna ulatas. Uuema aja maadeteadlased aga ei loe mannermaade rajadeks mitte mererändu, waid joont, mis umbes 200 meetrit merepinnast madalamal asub, nõnda nim. 200 meetr. isobaat (isobaat'iks nimetatakse joont, mis ühesuguses sügawuses merepinna all asuwaid kohti ühendab). See joon ümbritseb mannermaid mõni kümmend ehk sada kilomeetrit mererannast eemal. Niisugune waade põhjeneb merepõhja uurimiste pääl. Need uurimised on nimelt selgeks teinud, et mannermaid madala wee wõõ ümbritseb, mille wälimine weer umbes 200 meetr. isobaat'iga kokku langeb. See madala wee all asuw maapinna järk läheb mere poole pikkamisi laumaks. Teda wõib weega kaetud mannermaa osaks pidada, mille wälimise 200 meetri sügawa weere juurest maakera pind järsult kuni 3000 meetri sügawuseni alla langeb. Siit läheb maakera pind laumaks ja sünnitab enam ehk vähem loodis merepõhja. Niiwiisi wõimaldawad merepõhja uurimised maakera koort kolme osasse jagada: 1) mannermaade, s. o. maisamaa ja madala wee all olew maakera pinna osa, 2) järsk mannermaade kallak 200 meetr. ja 3000 meetr. isobaatide wahel, 3) sügawa ilmamere wald, üle 3000 meetri sügaw tasane merepõhi.

Madala wee all asuwad mannermaade weered ei ümbritse mitte ainult mannermaid, waid nad ühendawad ka mannermaid üksteisega. Nii on Austraalia mannermaa Malai saarestiku ja Uue Guinea saare ümbruses Aasia madala wee all asuwa mannermaa osaga ühendatud. Beeringi wäinas ja osalt ka Beeringi meres ühendab niisamasugune madala weega kaetud maakera pinna osa Aasiat Ameerikaga. Niiwiisi on meil õiguse pärast maakera pinnal ainult üks mannermaa, mis osalt merest üleujutud on ning niiwiisi mitmesse osasse jagatud. Madala weega kaetud maakera pinna osad ühendawad Tasmania ja Uue Guinea saari Austraalia mannermaaga, Suuri Sunda saari Aasiaga, Suur Britanniad ja Irimaad Euroopaga, ning suur osa Põhja-Jäämerest on alla 200 meetri madal. Niiwiisi on siis mannermaal hoopis teine kujud kui nendel maakera pinna osadel, mis üle merepinna tõusewad. — Ookeanide ja merepind. Et ookeanid ja mered (pääle sisemiste, nagu Kaspia meri, mis ainult nende suuruse tõttu meredeks nimetatakse) kõik üksteisega ühenduses seisawad, siis peab wedelikkude tasakaalu seaduse järele nende weepinna

kõrgus ühesugune olema. Kui ka mõnesugustel põhjustel weepinna kõrgus mõnes meres teiste omadest peaks lahku



▨ maisamaa

▨ madala mere piirkond

63. Euroopa maisamaa ja teda ümbritsew madala wee wöö.

minema, siis ainult väga vähesel määral. Sellepärast määratakse kui maisamaa üksikute pinnapunktide (nõnda nim. a b s o l u u t n e) kõrgus, nii ka merede sügavus ühisest merepinnast, ilma wahet tegemata, missugusest selle pinna punktist mõõtmise sündis. Kui meie näit ütleme, et Baltiski linn asub 6 silda merepinnast kõrgemal, siis tähendab see, et linn asub kui Lääne mere pinnast, nii ka iga teise mere (Atlandi ookeani, Põhja-Jäämere ja t) pinnast 6 silda kõrgemal.

Maisamaa pinda muutwad jõud.

Maisamaa kaldajooned ja ta pinna kuju muutuwad wahetpidamata, ehk küll väga pikkamisi, tähelepanemata. Maisamaa pinda muutwad jõud töötawad kas maakerasiseses wõi maakerapinnal. Maakerasiseses töötawad jõud on ühenduses maakerajahtumisega ja ilmuwad mägede tekkimises, aegapidistes maisamaa pinna kerkimises ja wajumises, wulkaanises tegewuses ja maawärisemistes. Maakerapinnal töötawad päikese kiired, õhk ja wesi, wiimane kui wedelas nii ka tardunud olekus.

Maakera sisemuses töötawad jõud.

Mägede tekkimine. Meie teame, et maakera kord sula ja tuline wedel kera oli. Pärastpoole hakkas ta jahtuma. Maakera pind angus ümberringi kõwaks kooreks, kuna selle all tuline sula süda alles jäi. See tuline maakera sula süda jahtus pikkamisi edasi ja jäi jahtudes ikka vähemaks, tõmbas ennast kokku. Niiwiisi vähemaks jäädes oleks maakera süda ennast pidanud kõwast koorest lahti kiskuma ja mõlemate wahel oleks pidanud tühi ruum tekkima, kui mitte raskuse jõud ei oleks oma mõju awaldanud. Maakera kõwa koore külgetõmbamine maakera sisemuse läbi tekitab maakera koores kahtesugust pingutust: loodispingutust (maakera radiuse mööda mõjuw) ja kaaluspingutust (puutuja sihis mõjuw). Maakera kõwa koor on kera kiht, mille piiriks kaks ühiskeskset pinda on, milledest wälimine suurem on kui sisemine. Maakera koore osad lähewad allapoole kitsamaks, ja wõib neid kiiludega



64. Ristloodis lademed (Eestimaa paekiwi maltsakallas).

wõrrelda. Et maakera sisemus kõiki neid osasid oma poole alla tõmbab, siis tekitab selle tõttu kaaluspingutus, nagu see igas wõlwis sünnib. Kui loodis- nii wõiwad ka kaaluspingutuste läbi muudatused maakera koores sündida, kui need pingutused küllalt tugewad on. Loodispingutuste läbi tekiwad maakera koores praod, millede kaudu maakera koore osad wõiwad alla wajuda, maakera keskpunkti poole. Allapoole wajunud maakera koore osad suruwad oma kõrwal olewate osade pääle, neid kas üles tõstes, wiltu waju-

tades, püsti ajades ehk mitmetmoodi segamini lükates. Sel wiisil sündisid suuremad ja vähemad lausikmaad ja kõrgendikud. Juhtub, et suur maakera koore tükk, mille ümber



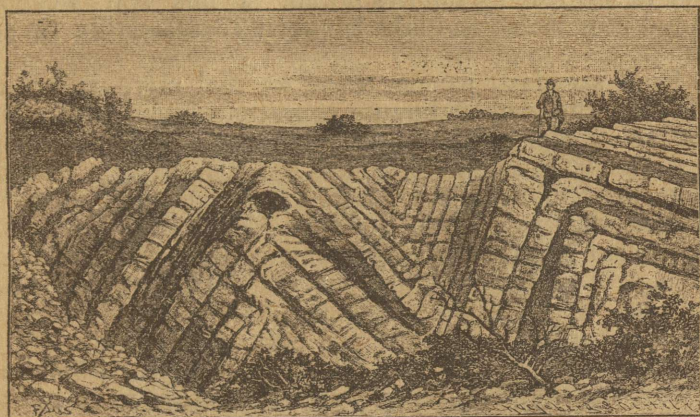
65. Püsti aetud lademed.

sügawad praod on tekkinud, pikkamisi wajuma hakkab ja ajajooksul lausikmaaks muutub, kuna tema ümber oma paiga pääle seisma jäänud maatükid kõrgendikud näiwad olema. — Kuid mitte üksi wajumisi waid ka maapinna kerkimisi wõib niisugusel wiisil tekkida. Mõni-

kord juhtub, nimelt, et maakera koore sisse lühikese maa pääl, mitu pragu kõrwustikku tekib, mis seda maakohta nagu üksikutesse osadesse jaotawad. Kui keskmine maapinna osa seisma jääb ja paremalt ning pahemalt poolt maapind alla wajub, siis saame niiviisi mäeselja kahe madaliku wahel. Siin juures wõib nüüd weel üks kolmas jõud tegewusesse astuda. Mõlemil pool kõrwal olewad alla wajunud maapinna osad suruwad maakera südames olewate wedelate olluste pääle, mille mõjul need omalt poolt keskmist seisma jäänud maapinna osa alt ülesse weel kõrgemale suruda wõiwad. Seisma jäänud kõrgemat maakohta, mida alla wajunud maapinna osad ümbritsewad, nimetatakse „horst“. Sagedasti wajub aga ka maakera pinna osa ümbuskonna pinnast madalamale, mõnikord nii sügawale, et niiviisi sündinud lohku järwed asuwad (T a n g a n j i k a ja N j a s s a järwed Aafrikas) ehk lohu mööda jõed woolawad (Ü l e m - R h e i n i lausikmaa). Niisugusid allawajunud maakohti nimetatakse „graben“.

Sagedasti ei murdu aga maakera koor loodis- ja kaaluspingutuse mõjul mitte, waid raskuse surumise all hakkawad tema lademed paenduma ja lähewad w o l t i d e s s e ning k o r t s u d e s s e. Umbes niiviisi on kõik suuremad mäed maakera pinnal sündinud, nagu Kaukaasia mäed, Alpid, Kordiljeerad j. t. Nemad ei ole muud kui maakera koore kortsud. Maakeraga wõrreldes on need kortsud, nagu kortsud apelsiini koorel, sest, nagu meie eespool nägime, teeb kõige kõrgema mäe, Gaurisankari, kõrgus (üle 8.800 m.) ainult $\frac{1}{1440}$ maakera läbimõõdust wälja. — Kirjeldatud maakera koore muutused ei sünni mitte äkitselt,

waid nii pikkamisi, järk-järgult, et inimese silm muutust tähele ei pane. Pikkamisi jahtus tuline maasüda, pikkamisi ja tähelepanemata wajusid mõnes kohas maakera lademed woltidesse ja tekkisid teises kohas praod maakera pinnal, kus maakera koore osad pikkamisi kas allawajusid wõi ka ülesse kerkisid. Wäga harwa tuleb ette, et muutu-



66. Kortsus paekiwi lademed.

sed maakera pinnas korraga, mõnikord ka silmapilgul sündinud, nagu meie allpool näeme, enamasti läheb selleks aastasadasid aega.

Kõik niisugused muutused maakera pinnas ei ole sündinud mitte üksi wanal ajal, waid sündinud ka praegu weel ja saawad sündima, kuni maakera süda täitsa ära jahtub ning kõwaks angub, nagu praegu tema pind on.

Kortsude tekkimise läbi maakera koores tõmmatakse wiimane tähtsal mõõdul kokku ja kahaneb, niiwiisi maakera pind. Nii oli näit. see maakoht, kus praegu Shweitsi Juura mägestik asub, enne kortsude tekkimist 22 kilom. lai wõõ. Pääle selle, kui maapind ennast oli kortsu tõmmanud, on see wõõ Shweitsi Juura mägestikuga ainult üle 16 kilom. lai. Nii on siis maapind siin ennast 25% wõrra kokku tõmmanud.

Mereranna kõikumised. Juba ammu oli inimestel teada, et piirid maisamaa ja mere wahel muutuwad. Kus waremini maisamaa oli, sinna tekib meri, ja kus wanal ajal merelained wahutades weeresid, sinna tekiwad põllud ja aasad, linnad ja külad. Näit. mattis meri 13. aastasajal pärast kanget tormi suure jao Põhja-Hollandimaast oma

alla, suure Z u i d e r z e e (seüdersee) lahe sünnitades. Selle wastu on aga ka sagedasti seal maisamaa tekkinud, kus enamalt meri oli. Nii on Apennini poolsaare kirdepoolsel kaldal mitu linna, mis wanasti mererannal asusid, nüüd mitukümmend kilom. mererannast eemal. Siin on endise mere asemele maisamaa tekkinud nendest kõwadest ollustest (liiw, kõnts, looma- ning taimejätised ja m.), mis P o ja teis. jõed jõesuhu kannud, ja mis siin weepõhja wajunud ning ajajooksul ikka laienewa jõesaarestiku on sünnitanud.

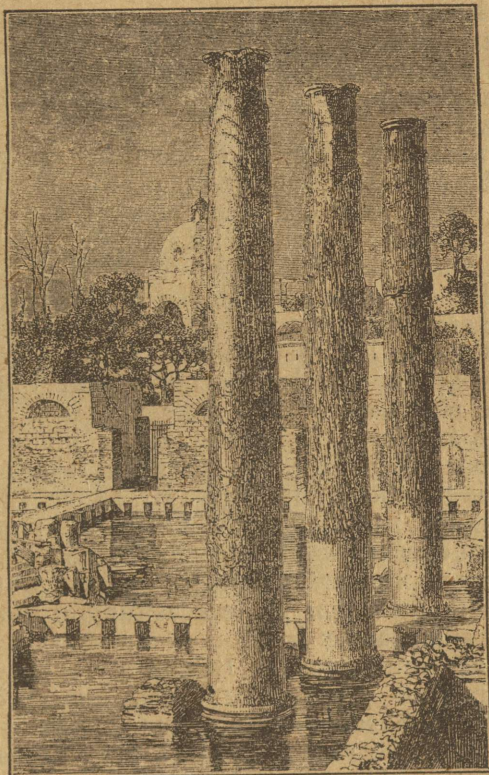
Kuid sagedasti paneme meie ka seal mere taganemist tähele. kus uhtlademete kogumist mitte ei ole. Näit. näeme meie Norramaal maltsakaldal endiste mererandade jooni kõrgel üle praeguse merepinna. Iga rannajoone edasinihkumine maisamaa poole wõib kas mere edasitungimise, wõi maisamaa wajumise tõttu sündida. Niisama wõib rannajoone edasinihkumise põhjuseks mere poole kas mere taganemine, wõi maapinna tõusmine olla. Ühes kohas wajub merkallas pikkamisi ja maisamaa saab mere põhjaks, teises kohas kerkib kallas niisama pikkamisi ja mere põhjast saab maisamaa; kolmandas kohas wajub mere põhi, mille läbi wesi sügawamale ja sügawamale läheb ja rand rohkem ja rohkem kuiwaks jääb, neljandas kohas kerkib mere põhi ja ujutab ligi olewad maisamaa madalamad kohad weega üle. Iga rannajoone edasinihkumine maisamaa poole, mis maisamaa pinda wähendab, nimetatakse p o s i t i i w s e k s merekalda kõikumiseks. Iga rannajoone edasinihkumine mere poole, mis maisamaa pinda suurendab, nimetatakse n e g a t i i w s e k s merekalda kõikumiseks.

Iseloomulikuks merekalda kõikumise juures on nähtus, et merekalda tõusmine ja wajumine wäga pikkamisi sünnib (saja aasta sees kolm, neli jalga), nii et inimene oma elu jooksul neid muudatusi tähele ei pane, aga pika aja pääl saab muutus kahtlemata selgeks.

N e g a t i i w s e t kalda kõikumist tõendawad meie muu seas uute meres sündinud lademete ja konnakarpide kogud kõrgel üle praeguse merepinna. Norra rannas näit. leidub kõrgel maltsakaldal niisuguseid merelademete ja konnakarpide kogusid kahes reas: 125—170 meetri kõrgusel üle praeguse merepinna — ülem rida ja 15—20 meetri kõrgusel — alam rida.

P o s i t i i w s e t kalda kõikumist tõendawad 1) k o r a l l i r a h u d ja k o r a l l i s a a r e d, mis aegapidise merepinna tõusmise juures tekiwad, ja 2) w e e a l u s e d j õ e n õ w a d. Wiimased on rennitaolised jõeorgude pikendused merepõhjas, millede tekkimist jõeorgude üleujutamise läbi merepinna tõusmise tõttu ära seletatakse (merekoolud

Shoti-, Norra- ja Holsteini rannas). — Saksamaal leiti Põhja mere rannas mere põhjas turvalademeid, mis ainult kaldawajumise läbi sinna võisid sattuda, sest turwas ei teki ilmiski mere põhjas. Merekalda vajumist tõendavad ka mitmes kohas merepõhjas leitud linnade ja muude inimeste eluasemete varemed. Nii leiti Musta mere rannas Suhumi linna juures mere põhjas 2—3 sülda sügawas wanaaegse linna varemed. Keset linna müürisid, mis mere põhjas terweks on jäänud, asuwad kõrged wana lossi varemed. Adria mere Dalmatia rannas, Triesti linnast kuni Lissa



67. Kolm sammast wana Serapise templi varemetes Pozzuoli linna ligidal (Lõuna-Itaalias).

saareni, leidub igal pool mere wees sadamamuule, posta rõngastega, kuhu ennewanasti paadid kinni seoti, ja sillutatud uulitsaid ning turgusid, Pola linna juures mere põhjas isegi neli sillutamise kihti ühe teise pääl, mis selle maa-koha aegupidist wajumist tõendab.

Aga ka seda tuleb ette, et maakoht, mis mitu sada aastat wajus, korraga jälle niisama pikkamisi kerkima hakkab. Näit. on Lõuna-Itaalias Napoli lahe ääres Pozzuoli linnakese juures Serapise templi waremetes kolm püsti jäänud marmorisammast 3—6 meetri kõrgusel ära näritud ja õõnsusi ning käikusid täis aetud. See on iseäraliste meres elawate tigude töö, keda „kiwitäksijateks“ hüütakse. Sellest wõime järeldada, et maapind, kuhu üle 2000 aasta eest tempel ehitati, hiljem madalamale wajus, nii et sambad otsapidi wee sisse jäiwad. Nende alumised osad said mereliiva sisse maetud ja jäid nõnda tigude tegewuse eest warijule, kuna keskmiste osade külge „kiwitäksijad“ pesitsema hakkasid ja need kohad ära rikkusid, päalmised osad aga, mis ülemal pool wee pinda olid, jäid terweks. Aastasadade pärast hakkas see maakoht jälle kerkima, ja sambad tõusid wee seest wälja.

Mererandade kõikumisel ei ole mitte igalpool üks ja seesama põhjus. Iga juhtumist peab iseäraldi uurima. Mere pind langeb, kui osa wett meres temperatuuri tõusmise tõttu auruks muutub, ehk temperatuuri langemise tõttu mannermaad katwaks jääks muutub, nagu see suurel jääajal sündis. Niisama langeb ka mere pind, kui mere põhjas maakera pinnas suured lohud sünniwad. Sellewastu tõuseb mere pind, kui mere põhjas suured „horstid“ kerkiwad wõi jõgedest merde kantud kõwad ollused suurel hulgal mere põhja wajuwad ja selle tõstawad.

Mitmes kohas on aga mererandade kõikumise põhjuseks maisamaa liikumised. Kõige selgemaks näituseks on Skandinaawia-Soome tompmägestik. Lääne mere Skandinaawia ja Soome kallastel näeme kõrgel üle praeguse merepinna meres elawate konnakarpide jätiseid ja rannajoone. Et Lääne mere lõunarannal neid nähtusi mitte ei leidu, waid meri siin maisamaa poole edasitungib, siis peab järeldama, et Skandinaawias ja Soomes maisamaa kerkib. Seda maisamaa kerkimist, mis ka Eestimaa rannas tähelepanakse, seletatakse jääaja nähtustega, kus 2—3000 metr. paksune jääkiht Skandinaawia-Soome tompmägestiku maakera koore allapoole rusus. Jääaja lõpul sulas jää ja sellega lõppes jääkihtide rõhumine. Nüüd algas wastupidine liikumine. Maakera sisemised jõud hakkasid maakera pinda ülessepoole kergitama, tema endisesse olekusse. Ühes sellega oli töötamas ka weel teine jõud: nimelt maapinna soojenemine pääle jää sulamise. Mägestik soojenes pikka miisi kuni wäga suure sügawuseni. Sellest suurenes ka ta kogu, mis ainult loodis sihil, alt ülesse maapinna kerkimises end ilmutada wõis, sest kaalus sihis läienemist takistasid kõrwal asuwad lademed.

Tulemäed. Tulemägedeks kutsume neid kohti maakera pinnal, kus maa seest ajuti välja woolab tulisula wedelik, laawa (mis mineraalide ja metallide segu on) ja kus mõnikord ka tuhka ning kiwa välja heidetakse. Laawa on seesama magma, millest meie ülewalpool rääkisime. Ta sisaldab eneses palju weeauru, mis õhus jahtudes ränga vihmana maapinnale sajab. Tuhk ja liiw, peenikesed äraangunud laawa osad, segavad ennast vihmadega ja sünnitavad kuuma pori osasid, mis maapinda mööda palju rutem liiguwad kui laawaajad ja selle tõttu ka palju kardetawamad on. Aastal 70 said Itaalias Vesuvio



67. Vesuvio tulemägi (1882 a.).

tulemäe tegewuse ajal Pompeji ja osalt Herculaneumi linnad niisuguse kuuma poriga ülejutud ning selle alla maetud. — Äraangunult muutub see pori kiwiks, mis wulkaniiseks tuffiks nimetatakse. — Tulemägedel on harilikult koonuse kuju, mäe tipul ümmarguse awanguga, mis kraateriks kutsub. Tulemäed on nagu tasase maa pääle tehtud kuhjad sellest materjaalist, mis nad ise maa põuest välja heidawad, pääasjalikult laawast ja tuffist. Iga tulepurskamisega kaswab tulemägi kõrgemaks väljaheidetud mineraalide läbi. Need tulemäed, mis weel praegu ajutiselt tuld ja laawat välja ajawad, nimetatakse tegewateks tulemägedeks. Nendel on ka praegu oma koonuse kuju, kuna need, mis ammu enam mingit tegewust ei ole awaldanud („kustunud“ tulemäed), oma alguswormi täiesti kaotanud on, sest sademed ja tuul on ajajooksul laawa- ja tuffilademed ära kannud, ning sagedasti on alguslademetest (basalt, trachyt ja t.) kungas järele jäänud, kuna kraateris ümmargune järw asub.

On põhjust arwata, et meie aja tulemäed mitte ühenduses ei ole maakera sisemuse magmaga, waid et igaüks ise õõnsusega maakera kooses ühenduses on, kust tema kaudu laawa maapinnale välja woolab, sest isegi naabruses

asuwatest tulemägedest väljaheidetud laawa ei ole oma kokkuseade poolest mitte ühesugune. Tulemäest väljawoolanud laawa jahtub ja tardub pinna poolt, sest ta on halb soojuse edasisaatja, sellepärast leidub ta tardunud koore alt weel kaua wedelat kuuma laawat. Laawa kõwa koore päl wõib kõndida, kui aga kepi laawa koorest läbi torkad, siis hakkab kepp põlema. Mõni kord woolawad tulemägedest



68. Jorullo tulemägi Mexicos.

nii suured laawa jõed välja, et laawa mitu sada ruutwersta maapinnast oma alla matab, millest pärast külmaks angumist uued maapinna kihid sünniwad. Nõnda leitakse väga sagedasti basalti lademeid, mõnes kohas on terwed suured basaltimäed olemas, aga basalt ei ole muud kui wanaaegne, kõwaks angunud laawa.

Tähelepanemise-wäärt on, et tulemäed enamasti seal asuwad, kus maakera koor murdunud on. Selleks, et magma wulkaanisest õõnsusest wõiks maakera pinnale woolata, on arwatawasti murdeid waja maakera koores. Näit. wõtame meie aja kõige tähtsamad Euroopa tulemäed Lõuna-Itaalias. V e s u v i o asub Napoli lahe ääres, mis selle läbi tekkinud on, et tükk lahti murdunud maakera koort allapoole wajus. Murde weerudel oli magmal wõimalik välja tungida. Nii-sama on ka Kalabria poolsaare ja Sizilia saare rannal meri

selle läbi tekkinud, et osa maakera koorest murdus ja alla wajus ning praegugi weel wajub. Siin asuwad selle tõttu ka mitmed tulemäed, nagu ühe saarekese pääl Stromboli, Sizilia saarel Etna ja t. Wulkaanises tegewuses mängiwad suurt osa maakera tekkimisest saadik magmas leiduwad gaasid, mis tulemäe tegewuse juures maa seest wälja tungiwad magmat endiga ühes kiskudes. — Juhtub ka wahel, et sula laawajõgi, mis maa põuest wälja kipub, maakera koorest mitte läbi ei jõua murda, waid teda ainult muna wiisi üles paenutab ja ise selle all kõwaks angub.

Mõnikord juhtub, et tulemägi merepõhjast tuld ja laawat, tuhka ja kaljutükka wälja hakkab ajama, mis läbi meres korraga uus saar wõib tekkida, — jälle uus muudatus maakera pinnal.

Maawärisemised. Iseäranis maapinna lähedal murdub maakera koor, mille tõttu kõwad maakera koore jaokesed kõikuma hakkawad. Need kõikumised kantakse ruttu väga kaugele edasi ja nad on põhjuseks, et maapind wõnkuma hakkab, mis maawärisemiseks nimetatakse. Maakera koore murdumisest tekkinuid maawärisemisi nimetatakse tektoonilisteks. Pääle nende on ka weel teistel põhjustel tekkinud maawärisemisi, kuid tektoonilised on kõige laialisemad ja oma järelduste poolest kõige koledamad. Tektoonilised olid näit. San Franzisco maawärisemine 1906 a., kus linn maawärisemise ohwriks langes, ja Messina maawärisemine Lõuna-Itaalias 28. dets. 1910 a. oma suure häwituse-tõega. Maawärisemise jõudu määratakse Rossi-Foré'i 10



69. Maawärisemine 16. aastasaja kujutusel.

pügalaga, kus juures pügal I kõige nõrgemaid maakera koore wõnkumisi tähendab, mis ainult väga peenikeste aparaatide abil tähele pannakse. Pügal V-ga tähendatakse niisugust maapinna wõnkumist, mis toamööblid ja teisi suuremaid asju kõikuma paneb ja pügal X-ga maawärisemisi, mis kõiki nende tegewuse piirkonda juhtuwaid asju ära häwitawad. Messina maawärisemise jõu määrati pügal IX-ga ära. — See koht, kust maawärisemine oma alguse saanud, nimetatakse maawärisemise t s e n t r u m i k s ehk keskkohaks. Maawärisemise keskkohat ei asu mitte maakera tulisulas sisemuses, waid maakera koores (umbes 10—30 kilom. maapinna all). Maawärisemise tsentrumile wastaw ning püstloodis tema pääl asuw punkt maakera pinnal nimetatakse maawärisemise e p i t s e n t r u m i k s. Mida kaugemal meie maakera pinnal epitsentrumist asume, seda nõrgem näib meile maawärisemine olewat. See annab meile wõimaluse maawärisemise epitsentrumi ka kauge maa päält ära määrata. Selleks otstarbeks on ainult waja maakaardi pääle Rossi-Foreli pügalate järele maawärisemise jõudu nendes punktides ära märkida, kus seda tähele pandi, ning ühesuguse pügalaga äratähendatud punktid joontega ühendada, mis i s o s e i s m i l i s t e k s joonteks nimetatakse. Need jooned lähewad ühistsentriliselt ühe punkti wõi ühe maakoha ümber, kus maawärisemine enda kõige suuremat jõudu ilmutas. See ongi selle maawärisemise epitsentrum.

Pääle tektooniliste maawärisemiste on weel tulemägede tegewusega ühenduses seiswaid wulkaaniseid maawärisemisi olemas ja maakera koore sees asuwate õõnsuste sisselangemise läbi sündinuid s i s s e l a n g e m i s e w ä r i s e m i s i. Maakera koores nimelt sulatab wesi sagedasti lademeid, iseäranis lubjakiwi-mägestikkudes, ja uhtub neid ära, misläbi maa all suured õõnsused tekiwad, mis sisse langeda wõiwad. Sisselangemise wärisemistel on ainult kohalik tähtsus, sest nende jõud ei ulata kaugele oma epitsentrumist. Wulkaanised maawärisemised sünniwad sagedasti siis, kui tulemäed oma tegewust algawad: maaalused gaasid ja aurud on nii tihedaks ja tugewaks läinud, et nad wäljapääsemise teed otsides maapinna kõikuma ja lainetama panewad.

Maakera pinnal on teatud maakohti olemas, kus väga sagedasti tugewaid tektoonilisi ja wulkaanilisi maawärisemisi tähele pannakse. Üks niisugune maawärisemiste wõõ läheb ümber maakera. See wõõ algab Pirenei poolsaare lõunapoolses osas, läheb Atlasi mägestiku, Alpide, Itaalia, Sizilia, Balkani poolsaare, Karpaatide, Bessaraabia, Wäike-Aasia, Armeenia, Kaukaasia, Turkestani, Persia, Himalaja, Tibeti, Malaka, Sumatra ja Jaawa kaudu edasi Suurest

ookeanist läbi Kesk-Ameerikasse ja Antilli saartele, ning siit Atlandi ookeani kaudu Wahe mereni. See wõõ asub maakera koore kõige enam kortsutõmbanud ja murdunud osas wõi selle lähedal. Teine tugewate maawärisemiste wõõ asub Suure ookeani randadel. Siia kuulub ka Jaapan, kus nähtawasti kõige tugewamad maawärisemised õige sage-dasti ette tulewad.

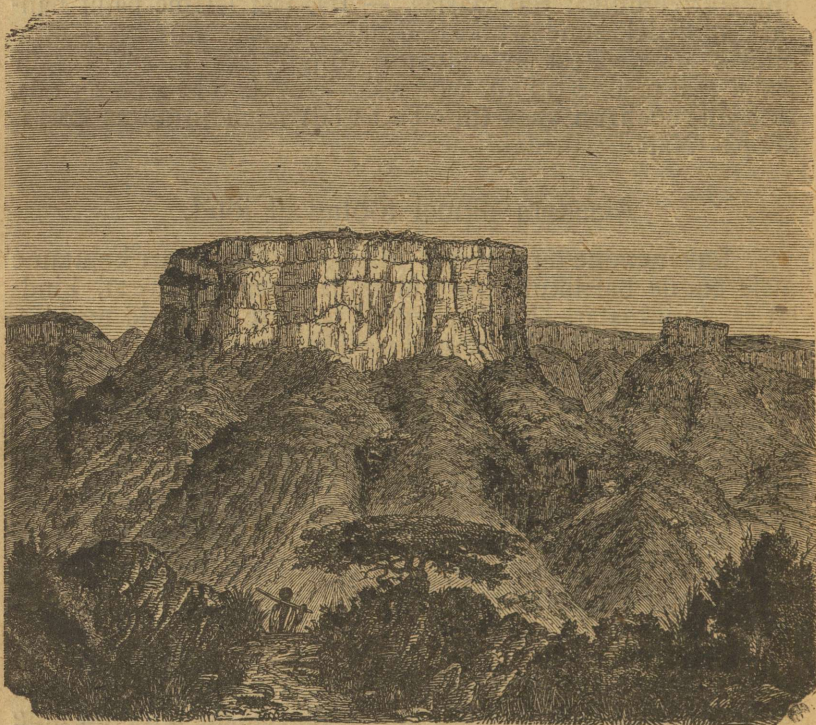
Mudawulkaanid tuletawad meile tulemägesid meelde, kuid nad on palju vähemad ja heidawad muda wälja, mis eneses sawi, gaasisi ja wahel ka kiwa sisaldab. Kuumad mudawulkaanid seisawad wulkaanise tegewusega ühenduses. Külmi mudawulkaane leidub ka niisugustes maakohtades, kus tulemägesid ei ole. Nende temperatuur ei tõuse mitte ilmiski üle 40° C. Nad heidawad suurel hulgal sõewesinikku wälja. Niisugusid mudawulkaane lei-dub suurel hulgal Kaukaasias. — Itaaliast leiame palju näh-tusi, millel mudawulkaanidega suur sarnadus on: maapinnas leiduwatest awandustest tungib kas kuum weeaur wälja (fumarool'id), wõi wääwliaur (solfataari'd), wõi jälle sõehapu gaas (mofetti'd) nagu tuttawas koera-koopas Napoli lähedal.

Maakera pinnal töötawad jõud.

Rabenemine (erosioon). Maakera kõwa koort kujutame meie endile harilikult ette kui midagi wastupidawat, kind-lät ja muutmata. Kuid lähemalt looduse jõudusid uurides, näeme meie, et tõepoolest looduse jõud mäetõugude häwita-mise kallal alaliselt töötawad. See mäetõugude häwitamine algab pinna poolt ja tungib pikkamisi sügawamale. Mäe-tõugusid maakera pinnal lõhuwad ja purustawad: päi-kese kiired, õhk, wesi ja mitmesugused elukad. Kõik mäetõugusid lõhkuwaid ja purustawaid sündmusi kokku nimetatakse teaduses rabenemiseks. Mäetõugusid häwitawad jõud awaldawad oma tegewust kas füüsiliselt wõi keemiliselt, ning selle tõttu teeme meie ka wahet mehaanilise ja keemilise rabenemise wahel.

Mehaanilise rabenemise põhjuseks on pääasjalikult temperatuuri kõikumised. Meie teame, et kõik asjad soojuse mõjul suuremaks lähewad ning külma mõjul ennast kokku tõmbawad. Meie kuulsime ülewalpool, et temperatuuri ööpäewa ja aasta kõikumisi ainult maakera pinnal tähele pannakse, kuna 10—20 meetri sügawuses temperatuur ikka ühesugune on. Päewal soen-dawad päikese kiired maapinnal olewaid mäetõugusid, mis soojuse mõjul wälja weniwad. Aga kui wilu õhtu ja külm

öö tuleb, siis tõmbawad kiwi jaokesed jahtudes endid jälle kokku. Nende all olewad muutmata temperatuuriga lademed aga ei muuda oma suurust. Kui nüüd maapinnal asuwad lademed soojuse läbi laiemaks lähewad, siis lõhestawad nad endid sügawamal olewatest muutmata jäänud lademetest maapinnaga paralleelsete pragude läbi. Kokkutõmbamise läbi külma tõttu tekiwad maapinna lademetes vertikaalsed praod ja lõhed. Vertikaalsete ja horisontaalsete pragude ja lõhede läbi killustatakse mäetõud ikka vähemateks ja vähemateks tükkideks, kuni nad wiimaks liiwaks, sawiks, mullaks jne. muutuwad. Wäga suure jõuga sünnib rabenemine iseäranis kõrbetes, kus selge ja kuiwa õhu tõttu temperatuuri kõikumised maapinnal wäga suured on. Siin wõib sagedasti isesugust helinat kuulda, mis kiwide ja kaljude pragunemisest sünnib.



70. Palawas ja kuiwas kliimas rabenemise läbisäänud "laudmägestik" (ülewalt lau pinnaga).

Kiwide ja kaljude pragunemist ja lõhkemist kiirendab weel see asjaolu, et sooja mõjul mitte kõik ollused ühel wiisil wälja ei weni, waid mõni rutemini ja suuremal mõõ-

dul, teine aeglasemini ja vähem. Näit. on raudkiwi (graniit) päewakiwist, konnakiwist ja sädekiwist koos. Need raudkiwi osad ei weni sooja käes mitte ühekorraga wälja ja ühesugusel wiisil, ega tõmba jahtudes ühekorraga ja ühesugusel mõõdul ennast kokku. Selleläbi saawad üksikud jaod üksteise küljest lahti kistud ja sünniwad praod. Nii-sugusel wiisil ei pudene mitte ükski suure tükid kaljude küljest ära, waid kõigepäält lugemata hulk peenikesi killukesi, mida tuul kui liiwa kaugele kannab. Nendes maa-des, kus temperatuur talwel alla 0° langeb, sünnib kiwide lõhkemine ja pragunemine palju mõjuwamalt selle läbi, et wesi temperatuuri kõikumiste tõttu sündinud kaljupragudes külmab. Nagu meie teame läheb wee kogu külmanud olekus suuremaks. Kui 10 toopi wett ära külmab, siis saab 11 toopi jääd. Kaljupragudes külmanud wesi kangutab prao küljed kauge-male ühest ära ning aitab niiwiisi kalju lõhkemisele kaasa.

Keemiliseks rabenemiseks nimetatakse mäetõugude üksikute osade ärasulatamist wihmawee läbi, mis eneses ikka söehapet sisaldab, ja õhus leiduwa hapniku läbi. Keemilise rabenemise tõttu jääb suurema osa mäetõugudest sawi ja liiw järele. — Lubjakiwi pinnal tekiwad keemilise rabenemise tõttu mõnikord isegi kuni 10 meet. sügawad sooned ja waod, mis üksteisest õhukeste terawate serwade läbi lahutatud on.

Tähtsat osa mäetõugude häwitamises mängiwad ka mitmesugused taimed ja loomad. Taimede tege-wus seisab kui mäetõugude keemilises muutmises, nii ka nende mehaanilises killustamises. Keemiliselt mõjuwad taimed mäetõugude pääle hapede läbi, mis mõnede taimede, nagu walge- ehk puusamblate juurtes tekib. Mehaaniliselt mõjuwad taimed oma peenikeste juurte läbi, mis kiwi pra-gude sisse tungiwad ja pikkamisi pragude külgesi ühest ära kangutawad. Kõige enne ilmub kaljude pinnale walge sammal, mille juured keemiliselt kalju pinda lõhestawad. Siis ilmuvad kalju pinnale teised samblatõud, pääle selle rohi ja lõpuks põõsad ning puud. Wiimaste juured tun-giwad isegi kuni 15 meetri sügawuseni kaljude sisse. Hääks näituseks mäetõugude häwitamise kohta taimede läbi on meile Vesuvio ja Etna angunud laawa 2—3 aastat pääle tulemäest wäljawoolamise ilmub laawa pinnale walge sam-mal, mis nii ruttu laawa pinna lõhestab, et juba aasta 10 pärast ka teised taimed siin kaswada wõiwad ja aasta 20 pärast isegi wiinapuud. — Wäga tähtis osa mäetõugude häwitamises on ka bakteeriatel ja nimelt nõnda nim. nitromonaadidel. Wiimased imewad õhust läm-mastikku ja hapnikku ja muudawad neid hapedeks, mis mäetõugude pääle häwitawalt mõjuwad.

Loomad häwitawad mäetõugusid peaaegu ainult mehhaaniliselt, nagu maa sees tuustijad (näit maamutt), kiwitäksijad, molluskid, wiimussid ja t. Wiimastel arwatakse suur tähtsus olewat mitmesuguste maapinna olluste kohedaks tegemise ja segamise kohta. Oma seedimise kanaalist mulaosasi ja taimede mädanemise produkte läbi lastes, heidawad wiimussid täitsa ühesuguse musta koheda olluse wälja ja teewad maapinna nii kohedaks ja peeneks, et maapinnal asuwad kiwid iseendast pikkamisi maa sisse langewad.

Päikese kiirte, wee ja loomade ning taimede ühise tegewuse läbi muutub maapinna kohewaks tehtud ja keemiliselt muudetud päälmine kord mullaks.

Pääle mäetõugude rabenemise produktide, sawi ja liiwa, leidub mullas alati taimede ja loomade ära mädanenud jäti-seid, millede hulk mullas wäga mitmesugune on maakoha taimestikuga ja kliima järele. Näit. kuiwa ja wõrdlemisi sooja kliimaga (kuum suwi) ning rikkaliku rohukaswuga Lõuna-Wenemaa rohtlaantes tekib m u s t m u l d, mis ära mädanenud orgaaniliste jätiste poolest rikas on (6—10%). Meie niiske ning wõrdlemisi wilu kliima ja soo- ning metsataimestik ei edenda orgaaniliste jätiste mädanemist, millepärast neid siin ka mullas vähem leidub (umbes 2%). Sawi ja liiwa hulk mullas wõib ka wäga mitmesugune olla. Sawikas maapinnas wõib 13—20% sawi olla, kuna liiwakas maas sawiollusi vähem kui 5—7% leidub. —

Rabenemise produktid ei jää mitte mäetõugude pinnale, waid lāngu mööda alla woolaw wiimawesi uhub neid ära, tuul puhub neid õhku ja oma endi raskuse mõjul weerewad nad allapoole. Niiwiisi wabastatakse mäetõud rabenemise produktidest ja wõimaldatakse nende uut rabenemist. Kõik neid protsesse, mis mäetõugusid rabenemise produktide kattest wabastawad, nimetatakse ühe sõnaga d e n u d a t s i o o n i k s (paljastamine).

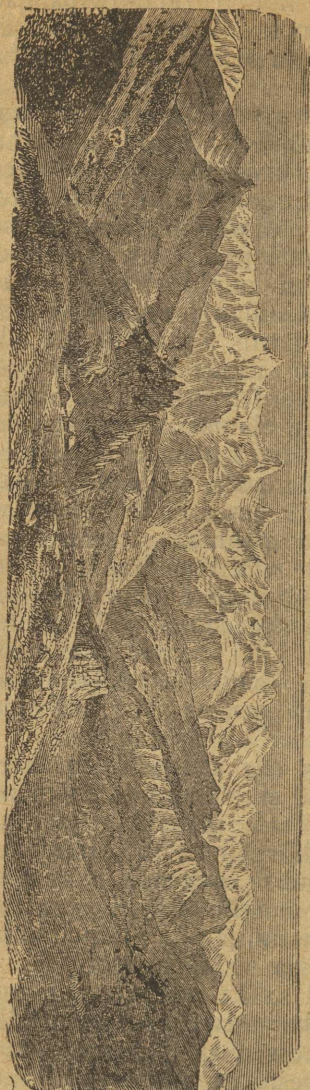
Rabenemise ja denudatsiooni ühise tegewuse läbi sünniwad r a b e n e m i s e a s t m e d ja m a a p i r a m i i d i d. Rabenemise astmed tekiwad oru nõlwal mitmesuguse kõwadusega lademete rabenemise läbi. Pehmed lademed rabenewad ja denudiirivad rutem kui kõwad lademed. Selle tõttu tekiwad pehmetes lademetes oru nõlwal lohud, millede üle kõwemad kihid rippuma jääwad, kuni wiimased oma raskuse mõjul alla kukuwad, oma tükkidega järgmist alamal asuwat kõwat kihti kattes. Niiwiisi tekib igast kõwast kihist ise aste.

Maapiramiidideks nimetatakse samba-, koonuse- ning piramiiditaolisi pehmest mäetõust põnku, mille tipul raudkiwipank asub. Maapiramiidid tekiwad seal, kus pehmed

mäetõud rabenewad, millede pääl kohati raudkiwipangad asuwad. Wiimased kaitsewad nende all olewat pehmet mäetõugu rabenemise eest, mis siis ka seisma jääb maapiraamidide näol.

Iseäranis suurepäraliselt töötab raskuse jõud maapinna muutmises. Selle jõu mõjul langewad alla suured kaljud wõi weerewad suured kiwipangad ja lademed länguse mööda allapoole. Kaljud langewad alla selle tõttu, et nende all olewad mäetõud kas jõe wee läbi ärauhutud on wõi rutemini rabenesid kui nende pääl asuwad kaljud. Iseäranis mägedes langewad sagedasti kaljud alla ja teewad suurt kahju. Näit. langes 1806 a. Goldau juures Shweitsis osa Rossbergi mäest alla orgu ja mattis oma kildude alla neli küla. See juhtumine, kus 457 inimest hukka said, sündis 3—4 minuti jooksul. Mõnikord langewad ka kaljud inimese tegewuse tõttu alla, kui näit. alamal asuwatest lademetest liiga palju kiwa murtakse, nii et ülemised lademed rippuma jääwad ja wiimaks alla langeda wõiwad. — Kui lademed wiltu seisawad ja nende all sawilademed asuwad, mis sisseimbuwa wee läbi wõiwad pehmeks minna, siis wõiwad ülemised lademed allapoole weerema hakata. Iseäranis Wenemaal on niisugused nähtused Dnjepri, Wolga, Doni ja teiste jõgede orgudes väga sagedad, nimelt nendes kohtades, kus maapinnal asuwad kiwiademed jõe poole lõngus on ja nende all sawilademed asuwad. Alla weewate lademete läbi häwitatakse siin igaaasta suur hulk inimeste eluasemeid.

Meie nägime eespool, et üks osa mägesid maakera koore kortsud on, aga need kortsud ei ole ammu enam nii terwed, nagu nad alguses olid. Wõtame näit. Alpi ja Kaukaasia mäed, mis alguses poole kõrgemad on olnud kui praegu. Nüüd on nad ainult endise snuruse waremed. Rabenemise läbi on pehmemad mäetõud (sawi, sawikas kiltkiwi, wareskiwi ja t.) siit lahtikistud ja ära wiidud, kuna kõwemad mäetõud (graniit, basalt ja t.) seisma on jäänud ja neid suuri sambaid ja terawaid sakke sünnitawad, mis neid mägestikka nii iselcomuliseks teewad. Aga needki ei ole igawesed, waid ka nemad kaowad aja jooksul. Maakera pinnal on palju kõrgeid mägesid olnud, mis rabenemise mõjul nüüd täiesti kadunud on. — Kaukaasia ja Alpi mäed on, nagu meie ülewalpool nägime, kolmislademiku ajajärgul sündinud ja seega noored. Sellepärast on nad ka kõrged terawate ja uhkete mäetippudega (waata pilt 71), kui meie neid Prantsuse wõi Saksa mägedega, Vogeesi wõi Schwarzwaldi mägestikkudega, wõrdleme, sest et wiimased rabenemise tõttu kõik oma kõrged ja terawad mäetipud kaotanud on (waata pilt 72).



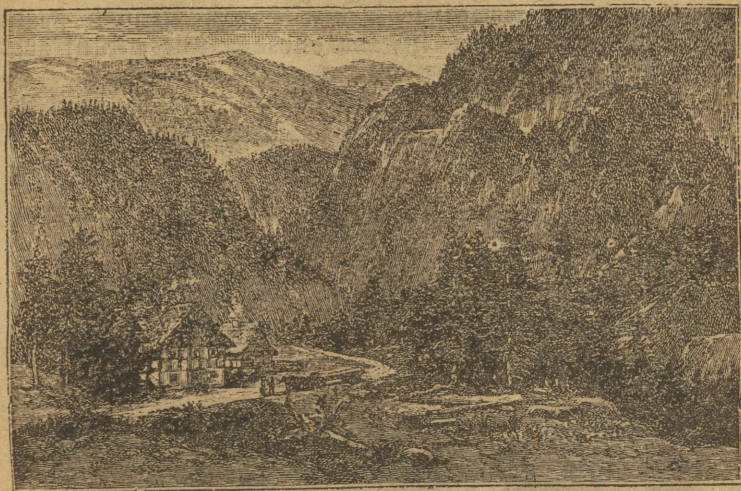
71. Alpi mäed.

Jookswa wee tegewus. Jõgedes wesi töötab maakera pinna muutmise juures sel wiisil, et ta kõiksugu kõwaid ollusi (kruusa, liiwa, kõntsa) ühest kohast teise kannab ja jõe nõwa sügawamaks ning laiemaks uhab. Jookswa wee surumise läbi weerwad jõe põhjas olewad kruusakihid edasi, kus juures üksikud kruusakiwikesed ennast üksteise wastu õõruwad ja lõõwad, mille läbi jões iseäraline helin sünnib. Mõnikord on liikuw kruusakiht jõe põhjas õige paks. Näit. Ragatzi linna juures leiti Rheini jões 3 meetert paksu liikua kruusakihi. — Peenikest liiwa kannab jõe wesi ühes, kuna jämedam liiw jõe põhjas edasi weereb liikuwaid leetseljakuid tekitades, millede jõesu poole pöördud nõlw järsk on kuna teine nõlw laug on. Jõe wesi weeretab liiwa lau nõlwast üle leetseljaku harja järsu nõlwale. Niiwiisi liigub leetseljak pikka miisi jõe wooluga allapoole. Rheini jõe keskjooksul näit. liiguwad leetseljakud 200—400 meetert aastas edasi jõesuu poole. Wihmastel suwedel, kus jõe wesi nõwas suuresti tõuseb, liiguwad ka leetseljakud jõe põhjas palju ruttemalt. Jõe põhjas edasiliikuwad kruusalademed ja leetseljakud langewad jõe suus maha ja nendest tekiwad sinna ajajooksul sagedasti pikad, kitsad maaribad, saared, mille läbi jõesuu mitmeharuliseks läheb, mis jõesuu-sa a-

restikuks ehk delta'ks nimetatakse.

Osa jookswa wee jõust läheb jõe nõwa rabendamise ja süwendamise pääle. Kuid rabendamine algab alles siis, kui jõe woolu jõud suurem on, kui wees liikuwate kindlate olluste edasi kandmiseks waja läheb. Sel juhtumisel kistakse

woolawa weega ka jõe põhjast lademete osad ühes ja niiviisi süweneb jõe nõwa ning laieneb ka. Woolu jõu ja weega edasi liikuwate kindlate olluste kogu wahel wõib wahekord kolmesugune olla : woolu jõud wõib suurem olla, kui kindlate olluste edasikandmiseks waja läheb, ta wõib wähem olla, wõi ta on just niisama suur. Esimesel juhtu-



72. Schwarzwaldi mäed, Saksamaal.

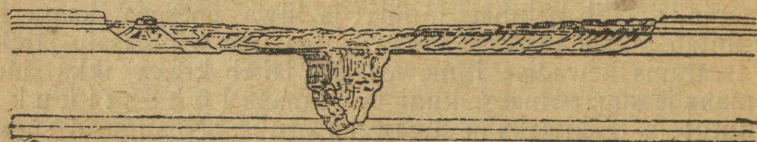
misel sünnib jõe nõwa süwendamine, teisel — langewad kõwad ollused weest jõe põhja, mis selle tõttu kerkib ja kolmandamal juhtumisel ei sünni mingid muutusi jõe nõwas. Jõe algusel (ülemjooksul) süwendab woolu jõud jõe nõwa, alamjooksul langewad kõwad ollused jõe põhja ja jõe nõwa kerkib, kuna jõe keskjooksul muutusi ei ole. Lõpukokkuvõttes näeme jõe nõwa tasandamist selles mõttes, et jõe ülemjooksu ja jõesuu kõrguste wahe ning sellega ühes ka lang ikka vähemaks jääb ja woolu jõud ikka nõrgemaks.

Kuid mitte üksi jõgedes woolaw wesi ei tööta maapinna muutmise kallal, waid ka wihmasaju järele tekkiwad pisikesed ojakesed, mida kaudu mudane wihmawesi madalamate kohtade poole niriseb. Jooksu pääl õõnestab wesi maapinda, wiib pehmet mulda ja liiwa enesega kaasa ja sünnitab nõnda pisikese kraawi. Iga uue wihmasaju järele ja iseäranis kewadise lumewee läbi läheb kraaw ikka suuremaks ja sügawamaks, kuni ta wiimaks lõhestub ja muutub, s. o kitsaks ja sügawaks oruks. Niisugusid sügawaid lõhestikke on iseäranis Lõuna-Wenemaal, kus peenikene mustmuld wäga kergesti wee woolusele järele annab.

Sääl on niisugused lõhestikud (siin „b a l k a' d e k s“ nime-
tatud) tuhandete dessatiinide wiisi kõige paremat põllu-
maad ära häwitanud. — Kuid palju sügawamad on lõhes-
tikud, mis mõned jõed on sünnitanud, iseäranis Põhja-Amee-
rikas. Sääl on mõned lõhestikud „cannon'id“ (kanjonid)
200—300 wersta pikad ja kuni 1 wersta sügawad. Muidugi
wõtab see tuhandeid aastaid æega, pikkamisi uhtub ja uuris-
tab wesi pehmet maapinda ja kiwitõusid, kannab peeneid
kaljutükka kruusana ja liiwana enesega ühes, kuni sügaw
lõhestik tekib.



73. Lõhestik (Kolorado jõe suur cannon [kanjon] Põhja-Ameerikas).



74. Ülewal kujutatud lõhestiku läbilõige.

Mere tegewus. Maakera pinna muutmise kallal töötavad ka wahetpidamata mere lained. Madalamatest kallastest uhab merewesi üle ja toob enesega alati liiwa ühes. Seesugustes kohtades on mere ja maisamaa piir õige, sest et liiw väikesed lõukad täis täidab. — Koguni teistsugune lugu on kõrgemate kallastega. Suure jõuga tormawad mere lained wastu randa kuni 50 meetri kõrguseni tõustes ja purustawad kallast. Ka leidub meres ikka kaljutükka ja kiwikildusid, mis lained tormiajal merepõhjast üles kisuwad ja suure jõuga wastu kallast wirutawad. Selle tagajärjel lahti kistud kaldatükid langewad merde, kus lained nad liiwaks muudawad. Samm sammult annab rand järele ja taganeb kallas kaugemale. Nii on näit. Inglismaal Suffolk'i maakonnas mererand mõne aasta jooksul 16 meetri wõrra maisamaa poole taganenud, sest niipalju oli kallas mere lainete läbi ära häwitatud.

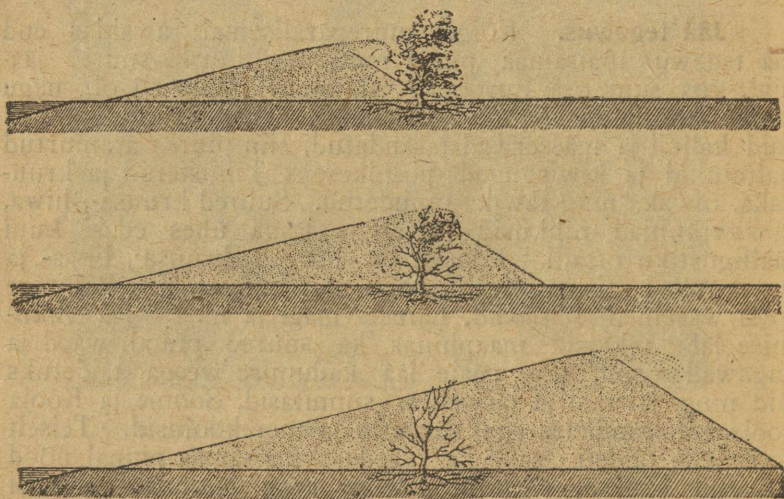
Mitte ka igalpool ei lagune kõrge kallas ühetaoliselt. Sääl kus kallas kõwemast mäetõust on, jõuab ta lainete päaletungimist enam wälja kannatada ja wastupidawaks jääda.

Merekalda purustamist mere lainete läbi nimetatakse a b r a s i o o n'iks.

Jää tegewus. Kõige suurepäralisemalt awaldas end jää tegewus maisamaa pinna muutmise juures suurel jääajal, kus suur osa Euroopat jääliugustikkude all oli, nagu meie ülewalpool nägime. Jää alalise edasinihkumise juures said kaljud ja mäeserwad tasandatud, siin juures äramurtud kaljutükid ja kiwipangad peenikeseks killustatud ja kruusaks, liiwaks ning sawiks muudetud. Suured kruusa-, liiwa- ja sawikuhjad nihkusid jää all ja jääga ühes edasi kuni jääliugustiku otsani. Jääajast on kõrged kruusa-, liiwa- ja sawikünkad seisma jäänud, nagu näit. kungas, kus Rakwere lossi waremed seisawad, Laiuse mägi ja m. t. Jää liikumise läbi tekkisid maapinnas ka suured praod, waod ja sügawad orud, mis päale jää kadumise weega täidetuks jäid ning järwesi ja järwekesi sünnitasid, Soome ja Koola poolsaare randades aga käärusid ja merekoolusid. Teiselt poolt jälle täideti jääajal ka sagedasti maisamaa pinnal nõod ja orud kruusa, liiwa ja sawiga ning tasandati niiwiisi maapinda.

Tuule tegewus. Tuule tähtsust maakera pinna muutmise juures õpiti alles siis tundma, kui kõrbeid hakati põhjalikumalt uurima. Tuul ei saa oma mõju sääal awaldada, kus taimekasw wõi lumi ja jää maapinda katawad. Tuul töötab sellepärast ka pääasjalikult kõrbetes, kaljumä-

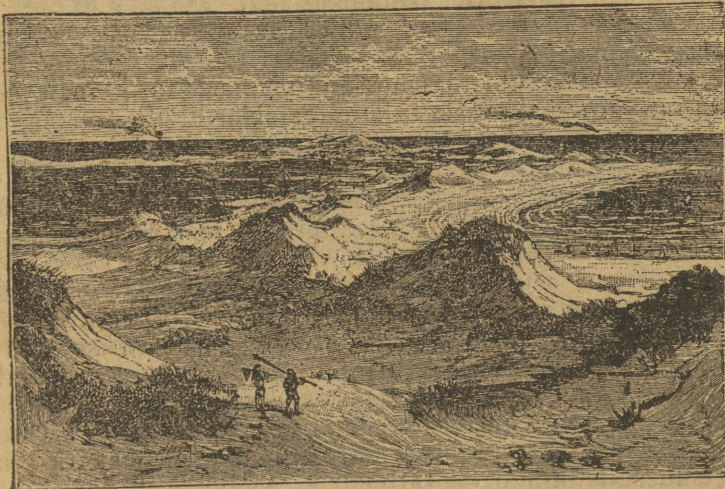
gedes ja liiwastel mererandadel. Tuule tegewus maapinna muutmise juures seisab selles, et ta peenikesi rabenemisest tekkinud kiwikillukesi mäetõugude pinnalt ära wiib ja pragudest wälja puhub. Mäetõugude pinda teda katwast kiwiprügi korrast wabastades, edendab tuul rabenemist. Kalju pragude wahelt kiwiprügi ja liiwa wälja puhumise läbi sünnitab tuul kaljude seintes nõgusid ja lohkusid, mõnikord isegi käikusid. Kõrbest wiib tuul liiwa ära sagedasti nii suurel määdul, et kõrbe pind ainult kaljudega ja suuremate ning vähemate kiwikildudega on kaetud. Tuule läbi liikuma pandud liiwaterad õõruwad kiwitolmu maha nendega kokku puutuwate kaljude küljest nende pinnast pehmemaid mäetõugusid aegamööda ära häwitades. Peenemat liiwa kannab tuul õhus edasi kuni kõrbe weerteni (Sahara kõrbes isegi Atlandi ookeani, kus sellest suur leetsejak on tekkinud), kuna jämedamad killud maapinda mööda edasi weeretatakse. Kõrbe weertel leiame meie sagedasti suuri liiwa- ja lössi lademeid. Wäga paksusid lössi lademeid leidub näit. loodepoolset Hiinamaal, mis läänetuulte läbi Kesk-Aasia kõrbetest siia ikantud peenikesest tolmust sündnud on. Löss on peenikene sawine muld, kus ka wähe lubjallusi leidub.



75. Liiwate kaswamine ja edasinihkumine.

Liiwage kaetud maakohtades puhub tuul liiwa hunnikutesse, milledest mõned üle 100 sülga kõrged on. Mõnikord on mitmekümne wersta pääl terve rida niisugusid liiwakinkusid, mis l u i t e t e k s (düünid'eks) nimetatakse.

Neid leidub ka mitmel pool merekaldal ja jõgede ääres. (Eestimaal Riia lahe rannas Tahkuranna ja Häädemeeste vahel). Tuul loob neid, tuul lõhub neid ja viib neid teise paika. Tihti keerutab meretuul liiwa üles, mille lained madalale kaldale wälja on heitnud, ja ajab mõne asja, näit. puu ümber hunnikusse. Kui luide juba puuladwa kõrguseni on kaswanud, siis hakkab ta edasi nihkuma; see tuleb sellest, et tuul liiwaterad luite ühe külje poolt ikka teise külje päale ajab. Juhtuwad wiljapõllud, metsad wõi külad tee pääl ees olema, siis matab liiw need ilmaarmuta oma alla.



76. Luited ehk düünid Läänemere kaldal

Maisamaa pind.

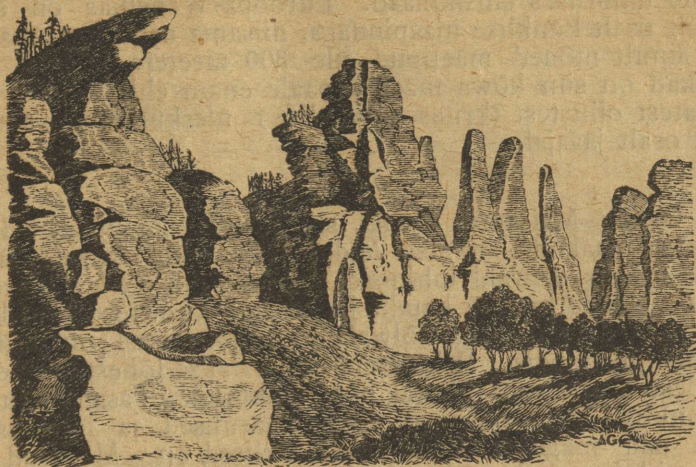
Nagu meie nägime, on mitmesugused jõud alaliselt maapinna muutmise kallal töötamas. Ühed jõud töötawad selles sihis, et maakera pinda loiklikuks ning künklikuks teha (endogeenilised jõud), kuna teised jõud maakera pinda tasandada püüawad (eksogeenilised jõud). Nende jõudude wahel on alaline wõitlus. Maapinnal tekkinud kõrgendikke katsuwad ühed jõud (rabenemine ja t.) madalamaks teha, kuna teised jõud selle kallal töötawad, et alanguid kõrgematest maakohtadest siia kantud kõwade ollustega täita. Nende jõudude wõitluse järeldusena on maisamaa pinnal väga mitmekesine kuju. Kohati näeme meie maisamaa pinnal laialisi tasase pinnuga maa-kohti, kohati tõusewad terawad mäetipud ja järsud mäeharjad kõrgele üle merepinna taewa poole, kohati leidub sügawaid nõgusid, mis isegi alla merepinna langewad.

Maapinna wormide mitmekesiduse pääle vaatamata, wõime nende seast siiski mõned teatud kindlad wormid wälja wõtta ja neid lähema arutamise alla wõtta. Ülepää jagatakse kõik maisamaa pinna wormid kahte liiki: *positiivsed* ja *negatiivsed*. Positiivseks nimetame neid maisamaa pinna osasid, mis üle ümbruskonna pinna tõusewad (mäed, künkad, kõrgendikud), kuna meie negatiivseteks neid maisamaa pinna osasid nimetame, mis ümbruskonna pinnast madalamad on (orud, lõhestikud, nõgud). Wäga mitmekesistest maisamaa pinna wormidest wõtame ainult kõige tähtsamad arutamise alla.

Mäed. Igast küljest nõlwakut maapinna osa, mis ümbruskonna pinnast kõrgemale tõuseb, nimetatakse *mäeks*. Üksikuid mägesid leidub maakera pinnal wähe, need on suuremalt osalt tulemäed. Harilikult on mägesid terve kogu üksteisega ühenduses, mis *kõrgemaaks* nimetatakse, kui ta palju maapinda oma alla mahutab. On ainult mõned mäed koos, siis nimetatakse seda kogu *määrühmaks*. Ulatawad mäed pikkas reas edasi, siis sünnitawad nad *mäeseljaku* wõi *mäeahelik* u. Mitmest kõrwti asuwast mäeahelikust koosseisew mägestik nimetatakse *ahelmägestikuks*. Kohta, kust mäeahelikud mitmele poole laiali lähewad, nimetatakse *mäesõlmeks*. Mäeseljaku ülemat terawat osa nimetatakse *mäeharjaks*. Kõrgemaaks ei loeta kõrget tasase pinnaga maakohta, wiimast nimetatakse *kiltmaaks* (waata allpool). Kõige kõrgemad mägestikud, mis maakera pinna kortsudest tekkinud on (Himalaja, Andid, Kaukaasia mäed ja t.), nimetatakse *kurrulisteks* mägestikkudeks (w. pilt lhk. 104). Pääle nende, endogeeniliste jõudude tegewuse läbi tekkinud mägestikkude leiame maakera pinnal ka *eksogeenilisi* mägesid. Wiimased on selleläbi tekkinud, et jõed oma harujõgedega wäga sügawasti pehmeid mäetõugusid on ära uhtunud. Kõwematel seisma jäänud mäetõugudel on mägede kuju. Näit. on Saksimaal Elbe ja ta harujõgede wee läbi pehmemad mäetõud ärauhitud. Kõwemad mäetõud on seisma jäänud ja sünnitawad Elbe liiwakiwi mägestiku. Muidugi oli ennemalt jões weepind palju kõrgemal, kui praegu. Niisugusid mägestikka nimetatakse *erosiooni* ehk *rabenemise* mägestikkudeks.

Igast küljest nõlwakut maapinna osa, mis mitte üle 200 meetri oma ümbruskonna pinnast kõrgemale ei tõuse, nimetame *kinguks* ehk *künkaks*. Nende sekka kuuluwad *luited*, jääliugustikkude *ajurühjad*, *madawulkaanid* ja jääajal tekkinud *kruusa* künkad. Wiimaseid on ka Eestimaal palju leida (Laiuse mägi ja t.).

Mäe ehk kingu alumist jagu nimetatakse mäe ja-
laks, keskmist mäe küljek s ehk mäe nõlwaks ja
ülemist otsa mäe l a d w a k s.



77. Pehmete mäetõugude ärauhumise läbi tekkinud mägestik.

Tasandikud. Tasandikuks nimetatakse maisamaa pinna osa, mille üksikud punktid enam ehk vähem ühesugusel kõrgusel üle merepinna asuvad, nii et selle maakoha pind näib meile horisontaalne olevat. Kuid täitsa horisontaalne ei ole tasandik mitte ilmaki, vaid ikka weidi lāngus mere, järwe ehk jõe poole. Tasandikku, mis merepinnast kõrgemal ei seisa kui 200 meetert, nimetatakse lausik-
m a a k s ehk a l a n g u k s ; ulatab ta aga üle 200 meetri, siis kutsutakse teda k i l t m a a k s ehk ü l a n g u k s.

Tasandikud wõiwad tekkida jõgede tegewuse läbi. Kui jõewesi kaldaid üle ujutab, siis wõib ta uhtlademetega madalamaid kohti täita ja niiwiisi maakohta tasandada, nii et päale wee kahanemise tasandik järele jääb. Ka jõesuus wõiwad uhtlademed ajajooksul jagu merd täita ja tasase pinnaga maisamaa osa sünnitada. Niiwiisi on P o jõe uhtlademikkude läbi Lombardia lausikmaa tekkinud, niisama ka Gangesi, Induse, Mississipi ja Amazonase jõe lausikmaad.

Kuiwaks jäänud merepõhi on ka tasandik, nagu näit. Põhja Wene lausikmaa, mis wõrdlemisi mitte ammu merepõhjast üles on kerkinud, niisama ka Kaspia lausikmaa ja t. Suurte temperatuuri kõikumistega palawa kliimaga maakoh-
tades sünnib rabenemine, mäetõugude lõhkumine ja killus-
tamine wāga jõudsasti. Siin kannab tuul kiwikildusi ja liiwa madalamatesse kohtadesse, milleläbi wāga künklised
maakohad tasandikkudeks muutuwad (Sahara ja Liibia kõr-

bed, Kesk-Aasia kiltmaad jne). — Euroopa-Wenemaad nimetatakse harilikult lausikmaaks, kuid see ei ole mitte täiesti õige, sest päale ülewal nimetatud osade leidub siin ainult jõgede ümbruses lausikmaad. Euroopa-Wenemaa on suuremalt osalt künklike maapinnaga, niisama nagu Eestimaagi, kus ainult mõned mäetipud üle 300 meetert kõrged on. Künkad on siin kõwa mäetõu päale enam ehk vähem kohwatest ollustest (kruus, sawi, liiw) üleskuhjatud, suuremalt osalt jääajal.

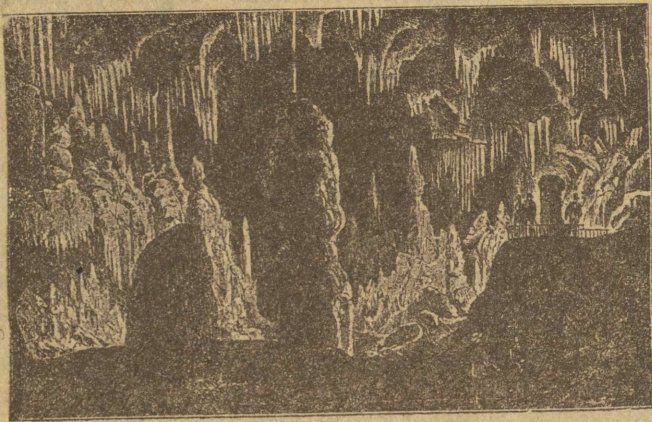
Orud. Maisamaa pinnal, siia juurde ka mägiseid ja künklike maakohti arwates, leidub pikki ning kitsaid ühte poole langus olewaid lohkusid, mis orgudeks nimetatakse. Ühede orgude kaudu jooksewad jõed, teised on kuivad. Ühedel on väga nõlwakad küljed, teistel on küljed peaaegu püstloodis. Wiimaseid nimetatakse lõhestikkudeks. Nendest oleme juba ülewal pool rääkinud. Tasandikkudes ja künklike maal on orud väga käärunud ja loogelised, kuna nad mägedes enam otsejoonelised on. Mäeorud on kas pikiorud või põikiorud, selle järele kas nad piki mäeaheliku või mäeseljaku lähewad või nendest risti läbi. Kõik orud on jookswa wee läbi tekkinud, ilma jookswa weeta ei tekki orgusid maakera pinnal. Wesi uhub selle mäetõu ära, mille pääl ta jookseb ja wiib mäetõu jaokesed endaga ühes. Eestimaal on jõed kõwa kaljuse aluspinna pääl lasuwatesse pehmematesse mäetõugudesse orgusid õonestanud. — Jõgi võib täitsa ära kuiwada ja org muutub siis kuiwaks oruks.

Orgude kõrwal leidub maisamaa pinnal nõgusid, mis selle poolest esimestest lahku lähewad, et nad lühemad on ja igast küljest kõrgetest seintest piiratud. Mõnes nõos leidub järwe näol wett, teised on kuivad. Mõned nõod on maakera koore kortsutõmbamise läbi sündinud, teised on kustunud tulemägede kraaterid, kolmandad on jääajal jäategewuse läbi sündinud.

Kui nõo põhi merepinnast madalamal asub, siis nimetatakse niisugust nõgu depressiooniks. Sagedasti on depressiooni kõige madalam koht weega täidetud ja sünnitab järwe. Kõige tähtsamad depressioonid maisamaa pinnal on Kaspia depressioon Kaspia merega (depressiooni põhi on 1150 meetert ja wee pind 26 meetert ookeanipinnast madalamal), Jordani depressioon (põhi 1187 meetert ja Surnu mere pind 394 meetert merepinnast madalamal) ja t.

Karsti maastik. Paljudes maakohtades leidub suurel hulgal niisugusid mäetõugusid (lubjakiwi, kiwisool ja t.), mis väga kergesti vihma- ja jõeweel läbi sulatatakse ja ära uhutakse. Selle läbi tekiwad maisamaa pinnal ümmargused lohud ja nõod, maa all — jõed ja järwed. See Karsti maastik on oma nime Karsti mägisest maast saanud, kus ta iseäraldused väga selgesti nähtawale tulewad. Niisugusid maakohti leidub ka Kaukaasias, Urali mägedes ja mujal. Eestimaal leidub paekiwi all ka maa-alusid jõgesid. Kõige tuttavam nendest on Piritajõe pahempoolne haru K u i - w a j õ g i Uuemõisa juures. Niisama woolab ka Jägala jõe pahempoolne haru J õ e l e h t m e jõgi kohati maa all Kostiwere ja Jõelehme wahel.

Kui maa-alune wesi niisugusest kiwikihist läbi tungib, mis wee läbi kergesti ära uhutakse ja wee sees sulab, siis sünniwad niisuguse wee tegewuse läbi kiwikihtides tühjad kohad. Maa-aluseid tühje kohti, kus kiwi wee läbi ära on uhutud, nimetatakse k o o b a s t e k s; nendest ulatawad mõned isegi mitme wersta kaugusele maa sisse ja sünnitawad suuri saale, käikusid ja m.



78. Adelsbergi stalaktiidi koobas.

Lubjakiwi-koobastes tilgub harilikult lae alt lubjane wesi, mille läbi koopa lae alla suured jääpurika-sarnased lubjapurikad tekiwad, mida stalaktiitideks nimetatakse. Niisama tekiwad koopa põrandal allatilkuma wee läbi lubjaollusest postid — s t a l a g m i i d i d. Stalaktiidid ja stalagmiidid sünnitawad koobastes sagedasti toredaid sammaskäikusid. Kõige tuttavamad stalaktiidi koopad on Adelsbergi lähedal Austrias, Antipaarose saarel, Krimmi poolsaarel ja m.

Kõrbeteks nimetatakse maisamaa osasid iseäralise kliimaga, maapinna ehitusega ja orgaanilise loodusega. Kõrbeid leidub Aafrikas (Sahara, Liibia kõrbe, Kalahaari), edelapoolses ja Kesk-Aasias, Põhja- ja Lõuna-Ameerikas ja Kesk-Austraalias. Nendes maakohtades walitsewad kuiwad tuuled, mis maapinda ära kuiwatawad ja wäga harwa wihma toowad. Kõrbetes on temperatuuri waheldused wäga suured (päewal kuum, öösel külm), mille pärast siin ka rabenemine wäga jõudsasti mäetõugude häwitamise kallal töötab. Rabenemise produktid kantakse tuule läbi ära madalamatesse kohtadesse. Sellepärast leidub kõrbetes kaljusid maakohti (h a m m a d a), liiwaseid (suurte hobuseraua-kujuliste lüütedega, mis Aasias b a r h a a n i d e k s kutsutakse) ja lössiga kaetud maakohti (kõrbe weertel). Harwa sajab kõrbes ränka hoowihma, mis sügawaid orgusid (w a a d i d) sünnitab, mille kaudu weejõed ära woolawad, suuri kiwa ühes weeretades. Pääle wihma kuiwab maa ruttu ära ja algab kuiw, mis sagedasti mitu aastat kestab, enne kui jälle hoowihma tuleb.

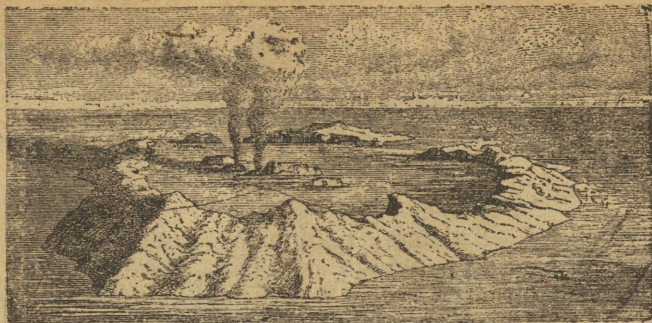
Kõrbetel ei ole mitte üks kindel maapinna worm, waid kõrbetes leidub mägesid, künkaid, orgusid, lausikmaid ja nõgusid.

Saared. Mere põhi on tasasem kui maisamaa pind, aga siiski leidub ka meredes kõrgemaid ja madalamaid kohti. Meres asuwad saared ei ole ju muud midagi, kui kõrgendikud ja mäed. Kaljuseid weepinna-aluseid kõrgendikka nimetatakse k a r i d e k s, weeluseid liiwakõrgendikka — l e e t s e l j a k u t e k s.

Oma sündimise poolest jagunewad saared kahte liiki: m a i s a m a a - ja m e r e s a a r t e k s. Maisamaa-saared seisawad mannermaa lähedal. Nad olid ennemal maisamaaga ühenduses. Pärastpoole aga eraldasid nad ennast maapinna allapoole wajumise läbi maisamaast ära, kuna teises kohas jälle lained maapinda saarte ja maisamaa wahelt ära uhtusid. Niisugusid saari wõime palju leida, nagu: Suur-Britannia, Sizilia, Ceylon jne.

Et need saared ennemal maisamaaga ühenduses on olnud, näeme sellest, et saarte pinnakihid niisamasugustest ollustest on ehitatud, kui maisamaa pinnakihidki. Ka taimede ja elajate poolest on seesugused saared lähedal seiswa mannermaaga ühetaolised.

Teine liik saari, nõnda nimetatud meresaared, on oma sisemise ehituse ja wälimise kuju poolest kahesugused: kõrged ehk tulepurskawad ja madalad ehk korallisaared. Esimesed nendest ulatawad kõrwepinnale ja ei ole muud kui tulemäed, mis maakera enese põuest tuha, kiwide ning laawa wäljaheitmise läbi on loonud.



79. Tulepurškaw saar.

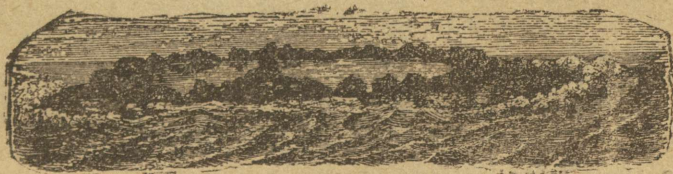
Korallisaared on madalad ja ei tõuse weepinnast mitte kõrgele. Nad on lubjaollustest koos, mis koralli-elajad üles on ehitanud.



80. Korallid.

Koralli-elajad wõiwad ainult troopika wetes elada. Kõige enam leidub neid Waikses ja India ookeanis.

Koralli-elajad on väiksed loomakesed, kes merepõhjas ühe tüve ümber elama heidawad. Koralli-elajad on selle tüve mereweese leiduwatest lubjaollustest üles ehitanud. Wanad koralli-elajad, kes tüve alumises jaos on, surewad ära, aga ülewalpool signewad noored alatasa juurde. Nõnda jõuawad nad oma ehitusega wiimaks merepinna. Koralli-elajad oma tööd küll enam edasi ei tee, aga selle eest kannawad merelained sinna rohtu, puid ja muid asju pääle. Warsti hakkawad saarte pääl taimed kaswama ja wiimaks asub sinna ka inimene elama. — Suurem jagu korallisaari on rõnga moodi, mille keskel järw on. Niisugusid saarekesi kutsutakse rõngassaarteks ehk a t o l l i d e k s.



81. Rõngassaar (atoll).

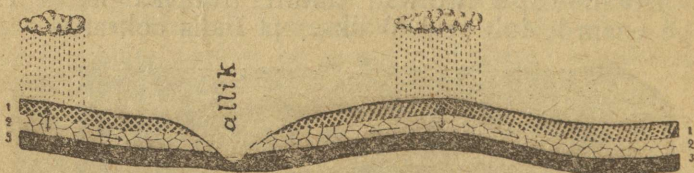
I. Maakera pinnal olev wesi (hüdrosfäära).

Maisamaa weed.

Põhjawesi. Sademete näol maapinnale langenud wesi woolab jaolt lānguse mööda āra, jaolt aurab ta āra õhku ning imbub jaolt maa sisse. Maapinnal on see omadus, et ta niiskust enese sisse imeb ja oma osakeste wahel kinni peab. Kui maa sisse enam wett tungib, kui lademed oma sisse imeda wõiwad, siis kogub see wesi, p õ h j a w e e nime all, maapinna alamates kihtides mõne wett täis imenud lademe pääle, mis omalt poolt wett enam läbi ei lase. Kui wett mitte läbilaskja kiht lāngus on, siis hakkab wesi maa all lānguse mööda woolama. Põhjawee kihi paksuse pääle awaldawad mõju sademete ja õhku āraaurawa wee rohkus. Mida enam sademeid ja mida madalam temperatuur, seda kõrgem on põhjawee pind. Suwel, kui temperatuur kõrge on ja palju wett āra aurab, ei tungi wihmawesi sūgawasse maa sisse; põhjawee kogu maa sees ei saa täiendatud ja ta pind on madal. Sūgiseste ja talwisete sademete läbi korjub palju põhjawett. Aga kõige enam annab põhjawett kewadel lume sulamine. Meie juures on aprilli ja mai kuu sees põhjawee pind kõige kõrgem.

Põhjawees leidub sulatise näol mitmesugusid sooli, mis wesi nendest mäetõugudest wälja sulatanud, kust ta läbi woolab. Kõige enam leidub põhjawees sõehapused ja wāawlihapused sooli, kloorkaalit, sõehapet ja m.

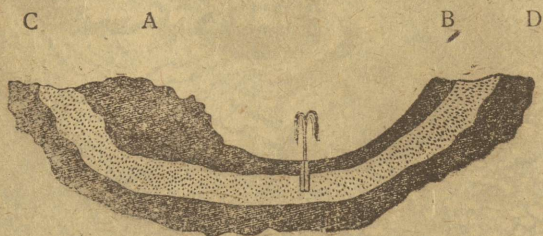
Allikad. Sāäl kus weega täidetud maakiht päewawalgele tuleb, iseāranis mākūlgedel ja kuristikkudes, tungib wesi maa seest wälja. Niisugust wee wäljawoolamise kohta nimetatakse a l l i k a k s ehk l ä t t e k s.



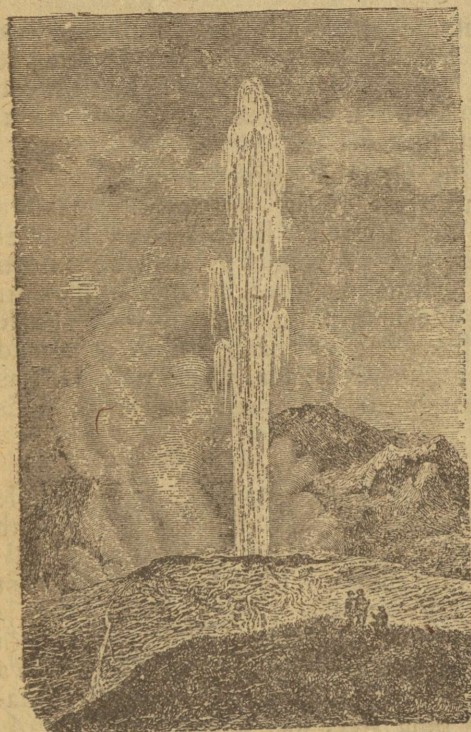
82. Allikas.

1. ja 2. kiht lasewad wett läbi. 3. kiht on sawi, mis enesest wett mitte enam läbi ei lase.

Mõnikord tuleb ette, et wesi maakera koore kahe we-kindla kihi wahle kokku kogub (AB ja CD kõrwalseisw. joonest.). Selle wee kõige alumise kihi pääle mõjub kaunis suur rõhumine, mille suurus selle järele kujuneb, kui palju wee ülemise kihi kõige kõrgem punkt kõige alumisest kihist kõrgemal seisab. Sellepärast kui maapinna mõni



83 Arteesia kaew.

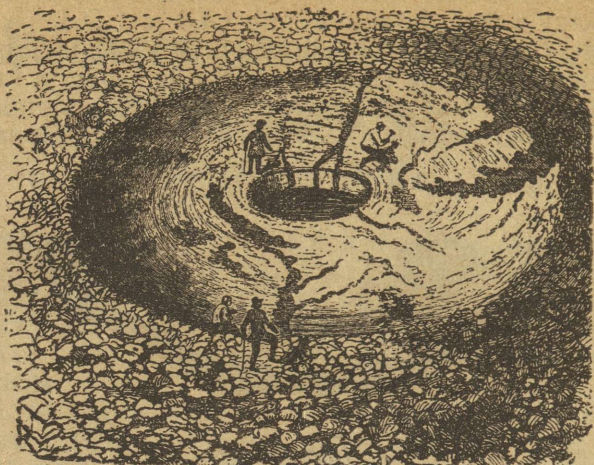


84. Suur Geysir Islandi saarel.

punkt sellest kõige kõrgemast punktist madalamal on, siis on waja ainult wee kohal olew kiht läbi puurida, et rõhumine wee pääle teda kuni maa pinnani sunniks tõusma ja isegi purtskaewuna wäljawoolama.

Niisugusid kaewusid nimetatakse Arteesia kaewudeks Artois (artuaa) maakoha järele, kus neid kõige ennemalt hakati ehutama. Siiski oli niisugune weemuretsemise wiis juba wanastigi tuttaw

Meie teeme wahet külmade, sooja de ja kuumade allikate wahel. Külma allika wee temperatuur on maakoha õhu aasta temperatuurist madalam, sooja allika wee temperatuur kõrgem, ja



85. Geysir tegewuse waheajal.

kuumaks allikaks nimetame neid allikaid, millede wesi soojem kui 25° C on. Palawa weega allikad hoowawad sügawatest maakihetidest wälja. Harilikult leidub rohkesti niisugusid allikaid tulemägede ümbruses. Nad on igasuguste mineraalide poolest rikkad.

Kuumade allikate seas on tähelepanemise-wäärt nõnda nimet. geiserid, kus wesi hooti mitmekümne sülla kõrguseni taewa poole üles tõuseb. Esimene weesagar ei ole weel mahagi saanud, kui maasügawusest juba uuesti weesoru wälja paiskab. Wiimaks tõuseb allikast hiiglasuur weejuga kõrgele, mis esimestest palju suurem on. Pääle selle kaob kõik ära ja allika tegewus jääb soiku, et teatud waheaja järele tegewust uuesti algada. Iseäranis tähtjas seesuguste allikate poolest on Islandi saar. Geiserite wees leidub ränikiwi-hapet.

Jõed. Wesi mis allikast wälja woolab, otsib omale teed ikka madalamatesse maapinna kohtadesse ja sünnitab ojakese. Tee pääl ühineb ojake teiste ojakestega ja paisub wee rohkuse tõttu suuremaks. Ojakeste ühinemisest saab oja, ojadest—jõeke, jõekestest—jõgi, mis pika ja kitsa jookswa weega täidetud sügawuse näol merde wõi järwe tõttab. On aga ka jõgesid olemas, mis kõrbe liiwa sisse ära kaowad, enne kui nad mereni wõi järweni jõuawad. Kohta, kuhu jõgi oma wee, kas teise jõkke, merde wõi järwe wiib, kutsutakse jõesuuks. Jõgesid, mis teistesse jõgedesse woolawad, nimetatakse jõeharudeks.

Kui meie näo sinna poole pöörame, kuhu jõgi jookseb, siis seisab paremal käel parem kallas, pahemal — pahem kallas. Sügawus mis kahe kalda wahel asub ja mida mööda jõgi jookseb, kannab jōenōwa nime. Kohta, kust jõgi oma harudega wett kogub, nimetatakse jõgikonnaks, aga kõrgendikku, mis kahte jõgikonda üksteisest lahutab — weelahkmeks. Jõge ühes tema harudega kokku nimetatakse jõekawaks. Juhtub, et jõest haru wälja woolab, mis weelahkimest läbi omale teed rajades teise jõgikonna jõkke jookseb. Niisugust juhtumist nimetatakse jõelahkmeks. Kõige tuttawam jõelahkme on Lõuna-Ameerikas, kus Cassiquiare jõgi Orinoko jõgikonda Amazonase jõgikonnaga ühendab. Meie kodumaal woolab Luuga jõest Rossoni haru Naroowa jõkke ja ühendab niiwiisi mõlemaid jõgikondi.

Wee liikumine sünnib jões raskuse jõu mõjul. Igal kehal mis kaldtasapinnal asub, on tung alla poole weereda. Jōenōwa läheb kõrgematest maakohtadest madalamatesse, sellepärast woolab wesi jōenōwas allapoole. Meie teame, et mäest ehk kingust alla weerew kera, seda rutem liigub, mida kaugemale ta allapoole jõuab. Sellepärast wõiks arwata, et ka wesi jões seda rutem woolab, mida enam ta jõesuule läheneb. Kuid jõega ei ole lugu mitte niisugune. Jōenōwas woolates õõrub wesi jõepõhja ja õhu külge, millega ta omal jooksul kokku puutub. Sellel õõrumisel on nii suur jõud, et ta jõewoolu kiirenemist sel mõõdul takistab, et wesi aeglasemalt woolab jõesuu lähedal, kus jōenōwa harilikult laiem on, kui ülewal pool. Wesi jookseb kiire-
malt jōenōwa kitsamates kohtades ja jõe käänakutes.

Weepinna kõrgus jõgedes kõigub wihmasadude ja lumesulamise tõttu, millal jõgedes suur wesi on. Meie maal on harilikult kewadel lume sulamise ajal, jõgedes suur wesi, kus madalad jõekaldad laialt üle uputatakse. Troopika maades tõuseb wesi jõgedes suurte troopika wihmasadude tõttu. Wäga korralikult tõuseb wesi näit. Niiluse jões. Juunist kuni oktoobrini on siin suur wesi. Wesi tõuseb jões 3—4 sülga. Sellepärast woolab siin wesi üle kallaste ja matab suurema jao jõeorust oma alla. Suure wee ajal langewad kõnts ja lima wee seest põhja, jääwad wee alanemise puhul põldude pääle ja rammutawad põldusid hää wäateainena. See Niiluse jõe weetõus tuleb sellest, et suwel nendes maades, kus Niiluse allikad on, rängasti wihma sajab. Et aga jõgi wäga pikk on, sellepärast jõuab wesi alles kahe kuu pärast Egiptusemaale. — Wesi wõib jõgedes ka selle tõttu tõusta, et tuul jõesusus mere poolt puhub ja takistab wett merde woolamast, nagu seda Petrogradis Neewa jõesusus mitu korda juhtunud on.

Kõige pikem jõgi maakeral on Amazonas (5500 kilom.). Kuid Mississippi jõge ja Missuuri't üheks jõeks lugedes, saame pikema jõe (6530 kilom.). Eestimaa jõgedest on Pärnu jõgi kõige pikem (130 kilom.).

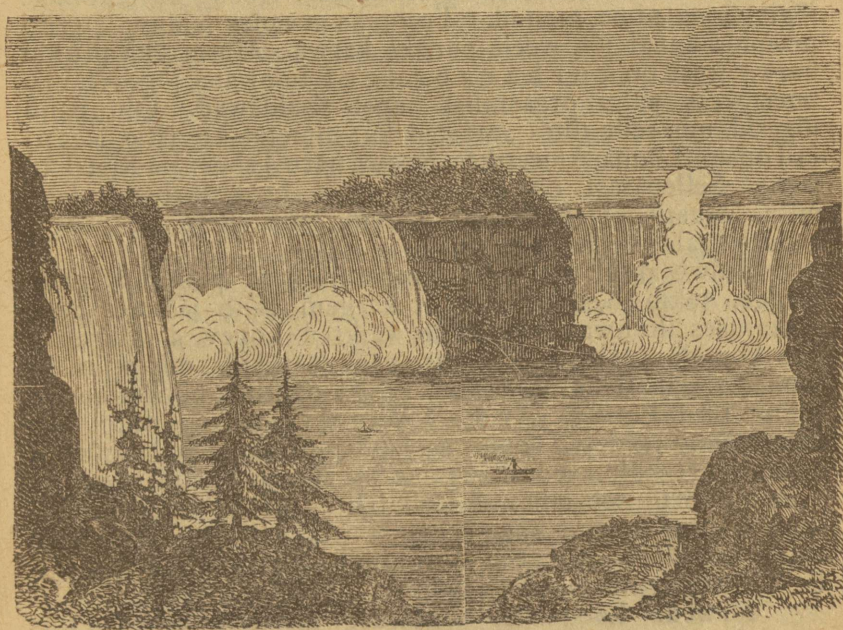
Kui meie aurulaewaga mõne suurema põhja-poolkera jõe pääl sõidame, siis paneme tähele, et mõlemad jõe kaldad mitte ühesugused ei ole, suuremalt osalt on parem kallas pahemast kaldast kõrgem. Sellel nähtusel võib muidugi mitu põhjust olla. Üleüldine kõikide jõgede juures maksew põhjus on aga meie maakeral pööramine oma telje ümber. Selle pööramise mõjul püüab põhja-maapoolkeral iga kaalus liikuw keha paremale poole kõrwale kalduda, ning kaldub ka kõrwale, kui selleks takistusi ees ei ole. Ka jões woolaw wesi püüab paremale poole kõrwale kalduda ja ta kalduks ka meie silmade all kõrwale, kui teda parem jõekallas ei takistaks. Jõed kalduwad omal jooksul paremale poole, kuid meie näeme seda ainult siis, kui meie jõe jooksu aastasade ja -tuhandete jooksul tähele paneme. Jõgede jooksu pääle mõjub maakeral pööramine oma telje ümber sel wiisil, et wesi, paremale poole kõrwale kalduda püüdes, parema kalda pääle enam rõhub kui pahema kalda pääle, paremal kaldal mäetõugusid häwitades ning ärauhitudes ja pahemalt kaldalt taganedes. Selle tõttu on parem kallas järsk, kuna pahem kallas madal on. Et jõe tegewus aastasadasid wältab, siis muudab jõgi oma nõwa, teda ikka enam paremale poole nihutades sellest kohast, kus ta ennemalt asus. Näit. asub Kaasani linn praegu Wolga jõe lähedal 3 wersta jõest eemal, kuna linna sees Wolga jõe wana kallas näha on. Sellest selgub, et Kaasani linn ennewanasti Wolga kaldal asus, kuna ta nüüd 3 wersta jõest eemal on, selle tõttu, et jõgi paremale poole eemale nihkunud on. Wolga jõe parem kallas on suuremalt jaolt kõrge, kuna ta pahem kallas madal on. Neid samu olusid leiame ka teiste suuremate jõgede juures (Don, Dnjepr, Wäina jõgi, Dwina, suured Siberi jõed j. m.). Näit. asub Jakutski linn Leena jõe pahemal kaldal, kuna ta nüüd mõni werst jõest eemal on. Irtõshi jõe paremal kaldal asuwa Tobolski linnas langewad mitmed jõe kaldale ehitatud hooned kaldalt alla, selle tõttu et mäetõugude ärauhutamise läbi jõe kallas ära õnnestatakse ja kohati sisse langeb.

Lõuna poolkeral nihkuwad jõed pahemale poole oma pahemat kallast õnnestades ning siit mäetõugusid ärauhitudes.

Terwet jõewoolu — allikast kuni jõesuuni — jagatakse ülem- ja alamjooksuks. Ülemjooks algab allikast, alamjooks lõpeb jõesuus; ülem- ja alamjooksu wahel on keskjooks. Allika ligidal on jõenõwa alati kitsas ja madal, kuna kaldad kõrged on, aga mida kaugemale jõe-

suu poole, seda laiemaks ja sügavamaks läheb jõenõwa. Jõe ülemjooksul on jõe lang kõige suurem, ning weewool kiire. Kui siin jõgi oma tee pääl kõwa kaljuse maapinna eest leiab, siis tungib ta sealt enesele teed otsides läbi. Kõwemad kaljutükid, mida wesi häwitada ei suuda, jääwad jõenõwasse rawadena seisma ja sünnitawad k ä r e s t i k u. Niisugused rawad on laewasõidule suureks takistuseks. Ida-Euroopas on nimetamisewäärt karestik Dnjepri jõel ja Lääne-Euroopas — Donau jõel. Läänemeremaades takistawad karestikud Wäina jões laewasõitu. — Kui jõenõwa järsku madalamaks läheb, siis kukub wesi mürinaga alla ja sünnitab k o s e. Üks suurematest koskedest on N i a - g a r a, Põhja-Ameerikas. Säl kukub wesi 50 meetri kõrguselt alla. Eestimaa kõige tähtsamad kosked on Naroowa, Joa ja Jägala kosed (kõik umbes 6 meet. kõrge weekukumisega). Nendest on oma weerohkuse tõttu Naroowa kosk kõige toredam.

Jõed on oma keskjooksul harilikult wäga keerulised. Kõige enam käanakuid on tasandikkudel woolawatel jõge-



86. Niagara kosk.

del (näit. Wenemaa jõed, Tissa, Mississippi), kuna mägisel maal woolawatel jõgedel õigem jooks on (Rhône, Inn, Missuuri).

Jõe alamjooksul on lang harilikult väga väike, ning weewool väga tasane. Siin settiwad ka jõewees olewad liiwa- ja sawiterakesed põhja, mille tagajärjel iseäranis jõesuu nõwa kõrgemaks kerkib ja paiguti ka niisuguseid madalaid kohti sünnitab, mis saartena weest päewawalgele tungiwad. Jõgi jaguneb saarte wahel mitmesse haaran-
disse. Niisugust jõesuud kutsutakse jõesuusaarestikuks ehk deltaks. Neewa, Wolga, Niilus, Ganges, Mississippi sünnitawad jõesuu saarestiku, Eestimaa jõgedest Emajõgi ja Kasari jõgi. Mitmed jõed ei sünnita jõesuu saarestiku, nendel on lai mere-käärutaoline jõesuu, mis merekurgukse nimetatakse (Ob, Dnjepr, Püha Lauritse jõgi). Kõige peenemad jões leiduwad kõwad ollused kantakse jõe weega segamini allapoole, neid leidub kewadel suure wee ajal ja wihmasadude järel kõige enam wees. Nad teewad jõe wee segaseks ja nendest oleneb ka wee karw ära. Wees leiduwad kollase lössi osakesed teewad wee kollakaks. Nendest on Hiinamaal Hoang-ho („kollane jõgi“) oma nime saanud. Troopika maades leiduw lateriiti maapind annab jõe weele punaka karwa. Musta ehk pruuni karwa wesi on turbarabades tulewatel jõgedel, mis oma wees palju orgaanilist hapet sisaldawad. On palju jõgesid, mis selle tõttu „mustadeks“ nimetatakse (Rio Negro ja Topajos Lõuna-Ameerikas, Neewa haru Tshornaja Rjetchka ja t.). Sellepärast on ka meie maal oma turbarabadega mitu „Mustjõe“ (Koiwa jõe parem haru, Reiu jõe pahem haru, Jägala jõe haru ja t.).

Talwe algul, kui wee temperatuur ta pinnal 0° pääle langeb, tekib jões jää. Weest kergem ujub jää wee pääl. Hakatuses ilmuwad wee pääle väiksed kohew. d jääkristallide kogud, pääle selle suuremad jäätükid, mis wiimaks kindlaks jääkatteks ühinewad. Seda nähtust nimetame jõe kinnikülmaiseks. Wee külmamise juures wabaks saanud peidetud soojus soojendab õhku, niiwiisi mõneks ajaks suurt külma edasi lükates. — Kewadel, kui temperatuur üle 0° tõuseb lähewad jõed lahti. Et jää weeks muutmise juures teatud kogu soojust waja läheb, mis õhust tuleb, siis läheb ka jõgede lahtimineku ajal õhk jahedamaks. Selle tõttu tekib sagedasti udu.

Järwed. Looduslist sügawust maakera pinnal, mis wett täis on, kutsutakse järweks. Oma suuruse ja sügawuse poolest wõiwad järwed mitmesugused olla. On järwi, mille suurus 1□-werstast wähem on ja sügawus 1—2 sül-
lani ulatab, kuna teiste pind sadasid ja tuhandeid □-werstu

oma alla mahutab ja sügawus üle 100 sülla ja mõnikord üle wersta on. Järwed tekiwad maakera pinnale mitmesugustel põhjustel. Leiab jõgi oma tee pääl sügawuse, siis täidab ta selle oma weega täis. Niiwiisi sünniwad läbiwoolu-järwed, kuhu üheltpoolt jõgi sisse woolab ja teiselt poolt wälja woolab. Suurem osa Helveetsia ja Soome järwedest on läbiwoolu-järwed, ning meie maal Wõrtsjärw, Peipsijärw ja m. t. Näit. woolab Peipsi järwe Welikaja jõgi, kuna temast Naroowa wälja woolab. — Kewadel, kui jõgi üle kallaste woolab, wõib ta mõne sügawa koha weega täita, kuhu wesi ka siis alale jääb ja järwe sünnitab, kui jõgi oma kallaste wahele tagasi wajub. Palju järwi on ka jääajal tekkinud, nagu meie ülewalpool nägime, kui jää liikumise läbi maapinnal tekkinud sügawad orud pääle jää sulamise weega täidetuks jäid. Mõned järwed on ka meredest saanud kas niiwiisi, et merekäär leetseljaku läbi merest ära lahutati ja järweks muutus (mõned Lõuna-Läti-maa ja Saaremaa järwed), wõi nii, et maa kerkis ja meri ära kadus, kuna kõige sügawamatesse kohtadesse wesi järwedena järele jäi. Nendes järwedes on harilikult soolane wesi (soolajärw) ja nimelt pääasjalikult seal, kus järwest wäljawoolawat jõge olemas ei ole. Järwe woolawad jõed suurendawad järwes leiduwat soolakogu, sest puhas wesi aurab ära, kuna jõewees olewad soolad järwe jääwad. Soolajärwi on kõige enam palawates ning kuiwades maakohtades, kus wesi ruttu auruks muutub. Kõige tähtsamad soolajärwed maa pääl on Kaspia, Baskuntshaki ja Eltoni järwed Lõuna-Wenemaal, Surnu meri Palestiinas, Wan'i järw Armeenias ja t. Mõnes soolajärwes leidub niipalju soola, et sool järwes iseendast weest põhja settib ning kaldaid ja järwe põhja walgete kristallide näol katab. Iseäranis palju on niisugusid järwi Kaspia madalikus (Astrahani kubermangus on neid üksi üle 700).

Kõige suurem järw maakera pinnal on Kaspia, kõige sügawam — B a i k a l (1610 meet.). Kõige kõrgemal üle merepinna asub H o r p a - t s h o järw Tiibetis, kõige madalam järw maakera pinnal on S u r n u meri (tema weepind on 394 meet. ookeani pinnast madalamal. — Eestimaa rajal asub üks suurematest Euroopa järwedest — P e i p s i j ä r w (ühes tema lõunapoolse järguga, Peipsijärwega — 3600 □-kilom.). Oma suuruse kohta on ta wäga madal: ta on ainult kuni 15 meet. sügaw. Tema weepind on 30 meet. üle merepinna. Eestimaa kõige suurem järw on W õ r t s j ä r w (278 □-kilom.). Tema weepind on 35 meet. üle merepinna, ning ta on ainult kuni 8 meet. sügaw. Kõige sügawam Eestimaa järw on wäike N ä k i j ä r w Rõuges (41 meetrit sügaw).

Harilikult on wesi meie põhjamaa järwedes sinikas-roheline, sagedasti weidi pruunikas, kuna meid lõunamaa järwed oma toredate wärwidega waimustawad, näit. tumesinise weega Genève'i ja Garda järwed, smaragdi karwa roheline Bodeni järw, wälkjas helesinine Vjerwaldstädti järw ja t. Wahe meres ja ta osades Adria, Ägeuse, Marmara ja Musta meres on tore sinine wesi. Wee loomulik wärw meredes ja järwedes on sinine, kuna meie juures meri ja järwed mitte täitsa harilikut karwa ei ole. Wesi ei lase nimelt päikese kiireid mitte ühtewiisi läbi. Kõige parem laseb wesi violette, siniseid ja rohelisi kiireid läbi, kuna ta punaseid, ruugeid ja kollaseid kiireid ainult jaolt läbi laseb ja jaolt ära neelab. Päikese kiired tungiwad wette kuni teatud sügawuseni. Wee jaokestest tagasi heidetud, keerawad nad tagasi ja satuwad jaolt waatleja silma. Et nüüd edasi tagasi weest läbi tungides suur osa punastest ja kollastest kiirtest ära neelatakse, sellepärast näib meie silmale järw ja meri sinine olewat — Nagu meie seda jõgede juures nägime, nii wõiwad ka järwewee karwa pääle wees leiduwad ollused mõjuda. Näit. saab järwe wesi pruuni karwa orgaanilistest hapetest, mis järwed turbarabadest läbiwoolawatest jõgedest saawad. Wee karwa pääle mõjub ka taewa, järwe kallaste ja järwe põhja karw, wiimane, kui järw mitte sügaw ei ole, ning ka wees leiduwad wäiksed organismused. Turbarabadest tulewad musta weega jõed teewad ka järwe wee tumedaks.



87. Turbasammal.

Sood ja rabad. Õige rohkesti on seal soomaid leida, kus maapinna aluspõhjaks sawi wõi paekiwi on. Wihmawesi ei saa niisugustes kohtades mitte maa alla tungida, waid jääb kauaks ajaks sawi wõi kiwikihtide pääle. Wee sees hakkawad siis niisugused taimed signema, mis kõige enam niiskust armastawad. Nende hulgas on s a m m a l esimene. Ta hakkab weeloigu kaldalt laiali lagunema ja lahtist wett aeg-ajalt ikka enam oma alla matma. Aegapidi katawad sammal ja teised taimed weepinna nii kõwasti kinni, et see kate inimest pääl kannab. Sel kombel tekibki s o o. Suur osa järwi muutub niiviisi sooks.

Kui soopind uut sammalt juurde kaswatab, siis kõduneb wana sammal ära ja langeb wee põhja, kus ta mullaks mädaneb. Sealt tuuakse teda t u r b a nime all päewawalgele, mis põletisaineks tarwitatakse. Aga ka weepinnal wõib aja jooksul samblast ja teistest sarnastest sootaimedest ja nende jätistest paks

turba kord tekkida. Turbasood on mitmes kohas nõnda suured, et neid väga hästi kiwisöelademetega võrrelda võib. Suur turbasoo Ida-Friisimaa ja Dollarti lahe vahel Saksamaal on vähemalt 3000 □-kilomeetrit suur, veel suuremad on Iirimaa turbasood. Turba korra paksus on väga mitmesugune, $\frac{1}{2}$ süllast kuni 6 süllani.

Lumeweermes ja jääliugustikud. Kõrgetel mägedel on õhk juba nõnda jahe, et lumi seal ka suve-ajal ära ei jõua sulada. Niisugust lund nimetatakse igaweseks lumeks. Seda mäekülje pääl leiduwat piiri, millest allpool lumi suwel ära sulab, ülewal pool aga aasta otsa seisab, kutsutakse lumepiiriks. Kui mägedel, mida lumi katab, liig järsud küljed on, siis weerewad lumetombud sealt tihtigi alla. Alla weeredes kisuwad need suured lumepaagid kiwa ja puid enestega kaasa ja matawad mõnikord ka majasid oma alla. Niisugusid mäest alla weerewaid lumetompusid kutsutakse lumeweermeteks ehk lawinideks.

Kuristikkudesse, mis ülewalpool lumewäljade piiri seisawad, kui ka mõnda sügawamasse kohta kogub õige palju lund. Päikese kiirte mõjul läheb lumi urbseks ja lobjaka-segaseks ning hakkab sulama, aga öösel külmas ta uuesti ära. Aeg-ajalt muutub lumepind seal jäasarnaseks. Et aga lund ikka juurde sajab, mis pärastpoole jälle jääks saab, ja et jää ülemised kihid alumiste kihtide pääle rõhuwad, siis hakkab jää selle tagajärjel ja osalt ka oma raskuse mõjul madalamaid kohtasid mõõda mägedelt allapoole libisema; niisuguseid jääjõgesid nimetatakse jääliugustikkudeks ehk gletsheriteks.



88. Jääliugustik Alpi mägedes.

Jääliugustikkude libisemine on harilikult nõnda aeglane, et seda, sugugi tähele ei ole panna (umbes 20 sülda aastas). Enamasti on nad sügawaid lõhesid täis, tihti leidub nende pääl ka kiwi- ja kaljukildusid, mis mägedelt alla on weerenud. Need kiwikillud lamewad peenra moodu rohkem jääliugustikku serwa pool, mõnikord ka keskpaigas, kui kaks jääliugustiku tee pääl on ühinenud. Niisuguseid jääliugustikkude pääl olewaid kiwipeenraid kutsutakse a j u r ü h k a d e k s ehk m o r ä ä n i d e k s.

Kui jääliugustik juba allapoole lumewäljade piiri jõuab, siis hakkab ta sulama ja sünnitab allika. Sinna jääwad ka kõik kiwid puhkama, mis jääjõgi mägedelt ühes on toonud. Et nendest kiwidest paljud jääliugustiku põhjas kui ka tema küljedel lamasid, kus neid pikemat või lühemat aega mägedelt alla kanti, siis on ka nende terawad nurgad ja serwad suuremalt jaolt juba siledaks ja ümmarguseks õõrutud. Muidugi mõista ei jätnud need kiwid mäepinda, mille wastu nad oma terawad serwad ära nühkisid, mitte kriimustamata, waid õõrusid ka teda, nii et mäekalju terawad nurgad kõik tasaseks muutusid.

Meri.

Mere loodusliste nähtuste uurimine on ise teaduse, o o k e a n o g r a a f i a, aineks. Mere teadusline uurimine algas alles 19. aastasaja teisel poolel. Siis koguti Lääne-Euroopa riikide poolt selleks otstarbeks sisse seatud laewadel (Inglise C h a l l e n g e r, Ameerika T u s c a r o r a, Saksa G a z e l l e ja teis.) õpetlaste läbi ettewõetud uurimisereisudel väga palju materjaali, mille teaduslik läbitöötamine weel tänapäewgi pole täiesti lõpule wiidud. Teaduslisele ookeanograafiale pani aluse Ameerika merewäe ohwitser M a u r y, kes minewa aastasaja keskel tähtsaid mereuurimisi ette wõttis ja esimese füüsilise mere geograafia väljaandis, kus ta kõiki selle aja okeanograafilisi teateid kokku korjas ja teadusliselt läbitöötada katsus.

Merepõhi. Wiimase aja uurimised on näidanud, et tuleb madala mere piirkonda sügawa mere piirkonnast kindlasti lahus hoida. Madal meri (keskmiselt kuni 200 meetr. sügaw) ümbritseb mannermaid ja saari kuni mõne kümne või saja kilomeetri laiuselt. Siis langeb merepõhi järsult alla kuni 3000 meetri sügawuseni, kust ta pikkamisi hakkab sügawamaks minema. Kõik kohad, mis üle 3000 meetri sügawad on, arwatakse sügawa mere piirkonda. — Madala mere põhi on väga tasane. Maisamaal on wähe niisuguse tasase pinnaga maakohti leida. Niisama on ka

sügawa mere põhi suuremalt osalt tasane. Mõnes kohas tõusewad sellel tasasel pinnal mere põhjast üles väga järskude weertega kõrged mäeharjad, kiltmaad ja üksikud mäetipud. Nii on Atlandi ookeanis Suur-Britannia ja Gröönimaa wahel weealune nõnda nim. Transatlanti kiltmaa. Selle kiltmaa pind on sügawate orgude läbi lõhestatud, millest meie näeme, et see weealune kiltmaa ennemasti Euroopat Ameerikaga ühendaw maisamaa on olnud. Sellel weealusel kiltmaal asub Islandi saar.

Kohati leidub sügawa mere põhjas ka järskude nõlwadega sügawaid nõgusid ja lohkusid.

Mere sügawust mõõdetakse harilikult weeloodiga. s. o. nõõri wõi traadiga, mille otsas koonusetaoline tinapomm ripub. Kuid suurte sügawuste mõõtmiseks ei kõlba harilik lood mitte, sest suures sügawuses rõhub wesi küljepäält nii kõwasti tinapommi, et wõimata on teda weest wälja tõmmata. Sügawates meredes tarwitatakse sellepärast ameeriklase Brooki poolt wäljamõeldud loodi. See on traadi otsas rippuw raudwarras, mis ümmarguse 5—10-puudalise malmist kuuli sisse pistetud on. Kuul on warda küljes olewa konksu külge riputatud. Kui lood wee sees mere põhja riiwab, siis läheb traat lõdwaks, konks wajub allapoole, ning kuul kukub konksu küljest lahti mere põhja. Raudwarrast wõib nüüd kergesti weest wälja tõmmata, sest tema pind on pommi wõi kuuli pinnast palju wähem. Raudwarda alumise otsa külge kinnitatakse harilikult tükk searaswa. Kui warras mere põhja riiwab, siis jääwad mere põhjas olewatest kõwadest ollustest wäiksed osakesed searaswa külge ja tõmmatakse nad ühes wardaga laewale. Niiwiisi wõib siis ka ühes mere sügawuse mõõtmisega mere põhja uurida.

Kõige suurem mere sügawus ulatab kuni 10 kilom., ja nimelt on Suures ookeanis Filippini saartelt ida pool 9788 ja 9788 meetr. sügawaid kohti leitud. Atlandi ookeanis on kõige sügawam koht Porto-Riko saarest põhja pool (8341 meetr.), India ookeanis — Jawa saare lähedal (7000 meetr.); Põhja-Jäämeres — Leena jõesuust põhja-pool (4000 meetr.) ja Lõuna-Jäämeres — Aafrikast lõuna pool (5733 meetr.).

Madala mere põhi on mannermaa uhtlademikkudega kaetud, kus väga wähe konnakarpisi ja madalas meres elutsewate loomade kondikawasid leidub. Mannermaa uhtlademed on nendest maisamaa mäetõugude rabenemise produktidest tekkinud, mis maisamaa jookswad weed endiga ühes merde kannawad. Jämedamad ja selle tõttu raske-
mad mäetõugude osad langewad ranna lähedal mere põhja, kuna peenemad ja kergemad osakesed kaugemale rannast

kantakse. Mida peenemad ja kergemad mäetõugude osakesed on, seda kaugemale kannavad neid lained rannast. Sel põhjal võib madala mere uhteid mitmesse wõosse jagada kauguse järele rannast. Need uhtede wööd lähewad üksteisest lahku oma osakeste suuruse läbi. Ranna lähedal on kruusa wöö; sellele järgneb liiwa wöö, mis järk-järgult kõntsa lademetete wõosse üle läheb. Wiimane ulatab kuni madala mere piirideni.

Nõlwadel, mis madala mere ja sügawa mere piirkondade wahel asuwad, leiame ülemalpool mannermaa kõntsa lademetete seas ka juba sügawamas meres leiduwate loomade ja taimede kõwaid jätiseid. Mida alamale, seda vähem leidub mannermaa uhteid, kuni nad allpool täiesti ära kaowad ja meie nende asemel ainult sügawama mere uhteid leiame, mis suuremalt osalt ainult orgaanilistest jätistest koos seisawad. — Sügawa mere uhted muutuwad mere sügawuse järele. 3000 meetrit sügawa mere põhjast leiame meie walget kõntsa, mis pääasjalikult tiiwjalgsete molluskide (pteropoda) õhukestest kaunis suurtest lubjastest kestadest tekkinud on. Seda walget nõnda nim. pteropoodi kõntsa leidub iseäranis Atlandi ookeani lõunapoolses osas. — Palju laialisemalt leidub nõnda nim. Globigeriini kõntsa, mis juurjalgsete (globigerinae) väga wäikestest lubjastest kestadest koos seisab. Merest wõetult on globigeriini kõnts kollane wõi hallikas weniw ollus, mis õhu käes walgeks kriiditaoliseks kiwiks muutub. See kõnts on oma kokkuseade poolest väga teisiklademiku kriidilademetete sarnane, ja võib teda sellepärast täie õigusega meie aja kriidiks nimetada. Globigeriini kõntsa leiame kuni 5000 meetri sügawas merepõhjas ja nimelt pääasjalikult Atlandi ookeanis. India ookeanis leidub teda põhja- ja läänepoolses osas, kuna teda Suures ookeanis väga wähe olemas on. — Sügawamal kui 5000 meetr. kaowad lubjased loomajätistest uhted ära. Siin algawad sügawa mere punase sawi lademed. Nendes sawi lademetes leidub väga wähe orgaaniliste olewuste jätised. Umbes $\frac{9}{10}$ sellest punasest sawist seisab kocs tulemägede tuhast, mullaollustest, bimsteini (kiwiwaha) tükikestest ja meteorraua tolmust. Orgaanilisi jätiseid leidub siin väga wähe, pääasjalikult kalahambad, walaskala kuulmise kondikesed ja molluskide ning juurjalgsete kestade jätised. Kohati leidub Suures ja India ookeanis selles punases sawis suurel hulgal isesuguste juurjalgsete nõnda nim. radiolaari ränikiwiseid luukeresid. Niisugusel juhtumisel nimetatakse seda punast sawi radiolaari kõntsaks. Punast sawi leiame väga laialt sügawa mere põhjast. Atlandi ookeanis katawad selle sawi lademed mere põhja sü-

gawamaid kohti ja India ookeanis on idapoolse, sügawama osa põhi sellega kaetud. Kõige enam leidub aga neid ladedeid Suure ookeani põhjas.

Nagu meie nägime, leidub sügawa mere põhjas suurel hulgal mere ülemistes weekihtides elawate molluskide ja juurjalgsete kestadid ja luukeresid. Nimet. loomade kehad langewad päale looma surma pikkamisi mere põhja. Alla langemisel sulatab söehapet sisaldaw merewesi nende loomade kõwu lubjasid jätiseid. Suuremate aeglasemalt allawajuwate loomade jätised häwinewad enne, kui nad ülepää mere põhja satuwad. Niisama ei leia meie kõige sügawamates kohtades isegi kõige vähemate loomakeste jätiseid mitte, sest ehk küll rutemalt wajudes kui suuremad, on nad mere kõige sügawamates kohtades selleks kaua küll wees wiibinud, et ära häwineda, enne kui merepõhja sattusid. Mida kauem loomakeste lubjaollusest jätised wees wiibiwad, seda enam wõib merewesi nende kallal oma häwituse tööd teha. Ränikiwiseid loomakeste jätiseid leidub meres ka kõige sügawamates kohtades sellepärast, et merewesi ränikiwi päale ei mõju.

Merewees leiduwad mineraalid. Merewesi on kibe soolane, mis temas leiduwatest mineraalidest tuleb ($35^{0/00}$). Iseäranis palju on merewees keedusoola, mis talle soolase maigu annab, kuna ta kibe maik wäawlihapust magneesiumist tuleb. Selle tõttu, et merewees niipalju sooli leidub, on ta ka mageda weest raskem (1,027). Ookeanides leidub kõige enam soola ($37^{0/00}$) pöörijoonte ümbruses, sest siin walitsewate kuiwade passaati tuulte mõjul aurab wäga palju wett ära. Poolitaja all on merewees vähem soola ($35-36^{0/00}$) ränkade wihma sadude tõttu. Nabade poole kahaneb merewees sool, sest külmades ookeani osades aurab wähe wett ära. Merekallaste lähedal on jõgedest woolawa mageda wee tõttu merewees vähem soola, kui suurel merel. Lääne, Musta ja Walge merede wees on palju vähem soola kui ookeanis. Läänemere lõunapoolses osas on $10-20^{0/00}$ soola, Riia lahes $6,5-3,2^{0/00}$ ja Soome lahes $6,3-0,7^{0/00}$ soola. Mida kaugemale ida poole, seda vähem leidub Soome lahe wees soola. Nii on Kroonlinna lähedal mere-wesi juba nii wõrd mage, et teda juua wõib. — Sellewastu on Wahe mere ja Punase mere wees palju enam soola kui ookeani wees. — Päale soolade on merewees veel õhku ja söehapet, ning Musta mere wees wäawli-wesinikku. Õhk satub merewette õhkkonnast. Söehape sünnib wees selle tõttu, et mereloomad teda wälja hingawad.

Merewee temperatuur. Merewee temperatuuri öö-päewa ja aasta kõikumised on maisamaa temperatuuri kõikumis-

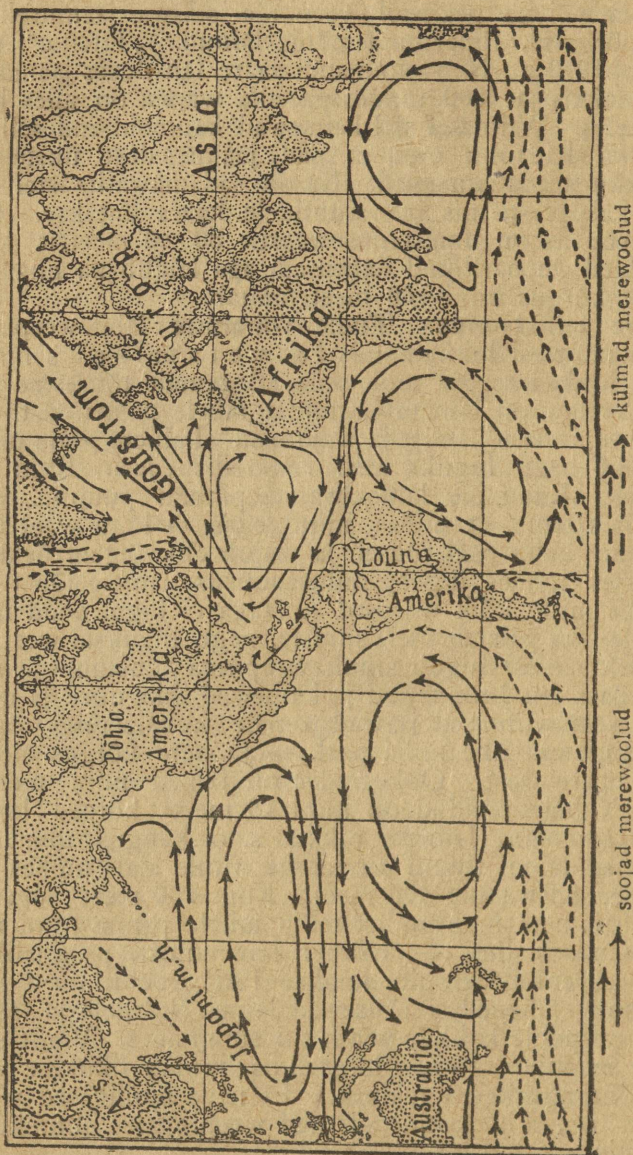
test palju vähemad Ülepää mõjub wesi kliima pääle tasan-dawalt. Kõige soojem wesi ookeanis on poolitaja all (aasta läbi 27--28° C.). Siit läheb nabade poole mere wesi ikka külmemaks, kuni ta temperatuur nabamaades — 2° C pääle langeb. Siin juures ei tohi meie unustada, et soolane mere-wesi mitte 0° C. juures ei külma, waid weidi alama tem-peratuuri juures. Niipalju wee temperatuurist mere pinnal. Mida sügawamale ookeani pinnast seda madalam on wee temperatuur. Kõige külmem on wesi merepõhjas. Pooli-taja all on merepinna ja merepõhja wee temperatuuri wahe palju suurem kui nabamaades. Merepõhjas (isegi poolitaja all) on merewee temperatuur umbes 1° C. Seda nähtust seletatakse sellega, et ookeani põhjas nabade poolt tulew külm wesi wäga pikkamisi poolitaja poole liigub. Wähe-mates meredes langeb wee temperatuur ka pinna poolt põhja poole, kuid mitte kõikides meredes ei ole wee temperatuur mere põhjas kõige madalam. Nendes meredes, mis ookea-nidega kitsaste madalate wäinade läbi ühendatud on, lan-geb wee temperatuur ainult kuni merd ookeaniga ühendawa wäina põhja sügawuseni. Et mere wee temperatuur wee sügawusega langeb, näeme ka sellest, et mererannal maisa-maa poolt mere poole puhuwa tuulega merewesi külmem on, sest tuul ajab merepinna olewa soojema wee kaugemale ja selle asemele tuleb alt poolt külmem wesi, kuna mere poolt puhuwa tuule juures wesi soojem on, sest tuul puhub merepinna olewa soojema wee ranna poole. Nii on siis supeluskohtades meretuulega wesi soe ning maatuulega wesi külm.

Mere jää. Harilik soolane merewesi külmab 2° C. juures, kuna mage wesi juba 0° C. juures külmab. Mere ranna lähedal, kus wesi magedam, külmab wesi enamalt kui suurel merel. Rannast kaugel takistab ka lainetamine külmamist. Nabade lähedal olewates nõnda nim. polaar-meredes wõib meri igal pool kinni külmada. Soolasest weest tekkiwad jääkristallid ei sisalda endis mitte soola, kuid jääpankade pääle wiskawad lained soolast wett, mis jääpanga pinnal jääks muutub, kuna soolaosakesed jää pin-nale jääwad, mispärast see jää ka soolane näib olewat. Selles tükis peame meres tekkinuid jääpankade ja meres ujuwate maisamaa jääst ära murdunud jäämägede wahel wahet tegema. Wiimased ei sisalda eneses mitte soola. Nad tulewad maakera nabade ümber olewatest jääliugustikku-dest ja nimelt Atlandi ookeanis ujuwad jäämäed Gröõni-maa jääliugustikkudelt, mis kuni mere pinnani ulatawad. Wee soojuse ja merewee lainetamise tõttu murduwad jää-liugustikust hiiglapangad lahti, libisewad hirmsat laineta-

mist sünnitades, merde, kus nad, ainult väikse osaga üle weepinna ulatades, meremehele jäämägedena teele ette satuvad. Ujuvad jäämäed on laewadele alaliseks hädahouks, mida selge ilmaga ja päewawafgel kergesti tähele võib panna, kuna ta õõsel ja uduga kõige hirksamatele tagajärgedele viib. Sagedasti on laewad selleläbi, et nad wee all ujuwa wõi ka päalpool weepinda seiswa jäämürakaga kokku pörkasid, ilmarmuta põhja läinud. „Titanic“, mis 14. aprillil 1912 a. Newfoundlandi saare läheduses jäämäega kokku jooksis ja 1500 inimesega alla wajus, on alles kõikidel meeles. Wiimasel ajal kaitsewad kaptenid end sellega ähwardawa hädahoju eest, et nad jäämägedest üksteisele wastastikku teada annawad. Ka on sadamawalitsustel jääkaardid käepärast, mis laewajuhtidele kaasa antakse. Jäämägede suurus on imestamisewäärt. 30, 40 meetrit kõrged jäämäed on harilikud nähtused, aga leidub ka niisugusid, mille kõrgus kuni 100 meet. ulatab.

Mere lainetamine. Tuule rõhumise läbi weepinna pääle hakkab wesi liikuma, mis l a i n e t a m i s e k s nime-tatakse. Mida kangem tuul, seda kõrgemale tõusewad lained. Huwitaw on lainete liikumist tähele panna, s. t. lainetawa weepinna tõusmist ja wajumist. Lainete pääle pilku heites, näib nagu liiguks wesi ristloodis edasi. Kuid see on eksitus. Kui meie lainetawa weepinnale puupilpa wis-kame, siis näeme, et pilbas mitte edasi ei liigu waid ühe ja sellesama koha pääl tõuseb ja wajub ehk õigem öeldud, ringitaolises joones liigub, mille suurus lainete jõust ära ripub. Et mitte kõik weeosad korruga ei liigu, waid üksteise järele, siis paistab meie silmale, nagu liiguksid weejaod edasi. Tõepoolest liigub ainult weepinna tõusmine ja langemine edasi, kuid tõusewad ja langewad ikka uued ja uued weejaod, sest wiimased jääwad omale kohale ning tõusewad ja langewad ühe koha pääl. — Lainete kõrgus oleneb ka wee sügawusest. Ookeanides on lained mitu meetrit kõrged. Tähele pandud on kuni 18 meet. kõrged lained (Lõuna-Jäämeres). Lainete pikkus s. o. kaugus ühe laine tipust teise laine tipuni on kange tuule ajal umbes 250 meet. väga harwa üle 400 meet. Kuni 200 meet sügawu-seni võib lainete mehaanilist mõju tähele panna liiwa ümberpaigutamises jne. — Kõrget lainetamist, pääasjalikult kaljustel mererandadel, nimetatakse l a i n e t e m u r d e k s. Mererannale lähenedes tõusewad lained kõrgele ja langewad siis ettepoole kokku, w a h t u sünnitades. Waht sünnib wee segamise tõttu õhuga, kus juures õhukese wee-kestaga õhumullikesed tekiwad. Et need mullikesed weest kergemad on, siis korjuwad nad weepinnale hunnikusse kokku, mis w a h u k s nimetatakse.

Merewoolusid sünnitavad harilikult tuuled, kui nad kaua ookeanides ühele poole on puhunud. Wesi hakkab laguses ülemates kihtides käima, pärastpoole ka alumistes ja wiimaks tekiwad woolud, mis suurte jõgede kujul edasi liiguwad.



89. Merewoolude kaart.

Kõige suuremaid woolusid sünnitawad passaat-tuuled. Nendes wooludes on wesi palaw ja liigub idast läänesse. Niisugusid woolusid leiame Waikse, Atlandi ja India ookeanis.

Kui palaw wool tee pääl mannermaaga kokku puutub, siis muudab ta oma sihi kas põhja wõi lõunasse. Nõnda pöörab näituseks Atlandi ookeani palaw wool Amerika rannas põhja poole ja tuleb Golfstromi nime all Euroopa loode kallasteni. Niisama kääneb ka Waikse ookeani palaw wool Aasia kallastel põhja poole. Seda merewoolu kutsutakse harilikult Jaapani wooluks.

Wesi, mida Golfstrom ja Jaapani wool poolitaja poolt põhja poole edasi kannawad, on sellest mereweest, millest nad läbi tungiwad, palju soojem. Sellepärast nimetatakse neid woolusid soojadeks. Tuleb aga wool põhjanaba poolt, siis kutsutakse teda külmaaks. Niisuguse külma woolu leiame näituseks Põhja-Ameerika idakallastelt. See wool on Labradori merewoolu nime all tuttav.

Mitte üksi põhja-maapoolikul, waid ka lõuna-maapoolikul on merewoolusid.

III. Õhkkond (atmosfär).

Õhu koosseis ja õhkkonna kõrgus. Meie maakera ümbritsew õhk on hapniku ja lämmastiku segu. Ohus leidub 21 osa hapnikku ja 78 osa lämmastikku, ning see wahekord on seesama kui igal pool maakera pinnal nii ka kõrgemal, maakera pinnast eemal. Pääle selle leidub õhus weel argoni (0,94%), söehapet (0,03%) ja wäga wäiksel hulgal ka ammoniaki, ozoni ning heliumi. Kõige tähtsam osa õhus on hapnik, sest teda hingawad sisse loomad, inimesega eesotsas, ja ilma hapnikuta on loomade elu maa pääl wõimata. Wäga tähtis on looduses ka söehape, millest taimed ennast elatawad, ja weaur, millest sademed sünniwad.

Ümber 36 000 kilomeetri kõrgusel maapinnast wõidab keskkohast eemale püüew jõud maakera külgetõmbamise jõu ära. Nii kõrgel wõiks siis ka weel õhu jagusid leiduda. Kuid langewtähtede põlemise järele, mis ainult õhus sündida wõib, arwatakse õhkkonna kõrgust mitte enam kui 180 kilom. pääle. Wirmaliste uurimised näitawad meile, et kuni 600 kilom. kõrguseni maakera pinnast weel wäga peenikesi gaasitaolisi ollusid leidub. 600 kilom. aga

ei olegi veel $\frac{1}{10}$ maakera raadiusest. — Oma wälimise kuju järele on õhkkonnal niisamasugune sfäroiidi kuju kui maakeralgi, kuid nabade kohal on õhkkond palju enam lapergune kui maakera.

Kõige tähtsamad õhu omadused on ta **karw, soojus, raskus** ja **niiskus**.

Õhu karw. Nagu puhas wesi, nii on ka õhk wäikses kogus läbipaistew, ilma wärwita. Taewa sinine karw sünnib walguse siniste kiirte tagasipõrkamisest õhus, mis õhus olewa wee-auru läbi sünnib Kõrbetes, kus wee-auru õhus wäga wähe leidub, ei ole ka taewal seda sinist karwa, nagu niiske kliimaga maakohtades.

Õhu soojus. Soojusehallikas ja soojuse muutmine kõrguse järele. Õhu soojuse allikas on päike, kelle kiired meile ühes walgusega ka soojuse toowad. Wõiks sellepärast arwata, et mida kõrgemale meie õhku tõuseme ja sellega ka päikesele lähemale asume, seda suurema õhu soojuse meie peaks tähele panema. Kuid meie kogemus ja igawese jää ja lumega kaetud mäelatwad näitawad meile, et see õige ei ole. Meie teame, et mida kõrgemal maapinnast eemal, seda külmem on õhk. Ilma inimesteta õhulaewad iseregistreeriwate aparaatidega on kuni 28 kilom. ülestõusnud ja nende pääl olevad soojamõõtjad on kuni -68° C. näidanud. Ilmaruumi kohta on temperatuur -150° C. pääle awatud. Sellest järgneb, et päikese kiired õhku otsekohe mitte ei soojenda, waid nad soojendawad maakera pinda ja alles selle kaudu õhku.

Sellest järgneb siis ka teine wäide: õhu temperatuur langeb seda enam, mida kõrgemale meie merepinnast tõuseme. Kuiwas õhus langeb temperatuur iga 100 meetri kõrgusel umbes 1° C. wõrra, niiskes õhus aga $\frac{1}{2}^{\circ}$ C. wõrra ehk wähem.

Õhu temperatuur maakera pinnal. Päikese kiired soojendawad seda enam maapinda, mida otsemalt nad maapinnale langewad, sest mida otsemalt kiired maapinnale langewad, seda enam kiireid tuleb ühe maapinna üksuse peale, seda enam saab maapinna üksus walgust ja soojust. Pöörijoonte wahel langewad päikesekiired täieste ehk pea-aegu otse maakera pinnale, sellepärast soojendawad nad siin ka maakera pinda kõige enam. Maakera nabade ümber langewad ka suwel päikese kiired wäga wiltu maakera pinnale, sellepärast on siin nende soojendamise wõim ka kõige wäiksem. Peale selle ei paista päike seal 6 kuud ülepea mitte, sellepärast on nabade ümber asuwad maakohad kõige

külmemad meie maakera pinnal. Siit võime järeldada, et mida kaugemale poolitajast maakera nabade poole, seda külmem on õhk.

Sel põhjal jagatakse maakera pind 5 wõosse: palaw wõõ mõlemate pöörjoonte wahel, kaks parajat wõõd pööri- ja nabajoonte wahel ning kaks külma wõõd maakera nabade ümber kuni nabajoonteni. Ilma kõrwaliste mõjudeta peaks õhusoojus poolitajast nabadeni ühetaoliselt kahanema ja isothermid s. o. jooned, mis ühesuguse aastatemperatuuriga maakohti ühendawad, peaksid lausekihtidega kokku langema. Selles mõttes kõneldakse ka m a t e m a a t i l i s e s t k l i i m a s t ja mõeldakse selle all geograafilisest laiusest ärarippuwat õhusoojust. Aasta isothermid kaart näitab meie aga, et need jooned wäga tähtsal mõõdul laiusesihtidest kõrwale kalduwad. Kõige enam paneme seda maakera põhja-poolkeral tähele, kus mannermaa läänerannal isothermid kaugele põhja poole kalduwad, kuna nad ida pool laialisel põhja poolt lahtisel mannermaal kaugele lõuna poole kalduwad. Sellest näeme meie, et läänerannad soojemad on kui mannermaa ja ta idarand. Põhjused peituwad siin tuultes ja merewooludes. Maakera mererikkal lõuna-poolkeral ei ole need isothermid kõrwalekalduwused laiuse sihtidest mitte nii silmapaistwad kui mannermaaga kaetud põhja-poolkeral, tähele paneme meie neid aga ka lõuna-poolkeral.

Kõige kõrgem temperatuur ei ole poolitaja kohal ja kõige külmemad maakohad mitte maakera nabadel. Suurtes kõrbetes wähja pöörjoonest põhja pool on maakohti 50° C. keskmise aastatemperatuuriga leitud, kuna kõige palawamad maakohad Punasest merest lõuna pool asuwad. Maakera põhja poolkeral on kolm üksteisest lahus olewat kõige külmema aastatemperatuuriga maakohta leitud: põhja-naba ümber Gröönimaa jääväljadel ja Ida-Siberis, Leena jõgikonnas. Põhja-Siberis, Werhojanski maakonnas, langeb soojamõõtja kuni -70° C. pääle. Kas maakera nabadel weel teada. Sellest järgneb, et maakera pinnal matemaatiline kliima füüsilise kliimaga mitte ühesugune ei ole. Pääle geograafilise laiuse ripub kliima ka weel teistest põhjustest ära. — Kliima pääle mõjuwatest teguritest on kõige tähtsamad:

1. Maakoha seisukoht, kas mere lähedal wõi merest kaugel mannermaa sees. Maisamaa pind läheb päikese kiirte mõju all ruttu soojaks, kaotab aga soojuse niisama ruttu. Wesi selle-

wastu tarwitab palju enam aega, et soojaks minna, juba ka osalt sellepärast, et wee auruks muutmiseks palju soojust vaja läheb. Sellel samal põhjusel jahtuvad ka suured weekogud väga pikkamisi. Nende nähtuste pääle põhjeneb wahe mere- ja mannermaa-kliima wahel. Meres ehk mere lähedal asuwad maakohad saawad talwel, kui meri mitte kinni külmanud ei ole, merest hulga soojust, mille tõttu ilmad palju pehmemad on. Teisest küljest aga jahutab ka meri suwel päikese kiirte läbi kuumaks tehtud maapinda. Mannermaal sellewastu, merest eemal, kuhu meretuuled mitte ligi ei pääse, tulewad kuumad ilmad ilma üleminekuta kareda talwekülma järele.

2. **Kõrgus üle merepinna** Mida kõrgemale merepinnast, seda külmem on õhk, sest meie läheme kaugemale maakera pinnast, kust õhk soojuse saab.

3. **Mägestikud.** Mägestikud wõiwad meretuuli kinni hoida, sademete edasikandmist takistada, nii et sise-maa kliima kuiwaks jääb. Niisama wõiwad mäed maakohti külmade tuulte eest kaitseda, mille tõttu mõnel maakohal soojem kliima wõib olla, kui teistel sellesama laiuse-kraadi all olewatel maakohtadel. Tuttaw on wahe Alpi mägede lõuna- ja põhjapoolse külje kliima wahel, ehk Kalifornia ja Põhja-Ameerika kõrbe kliima wahel.

4. **Walitsewad tuuled.** Ida-Aasias ja Ida-Ameerikas näit. on sellepärast talwel nii külm, et siis siin külmad mannermaa tuuled walitsewad

5. **Merewoolud** awaldawad ka suurt mõju kliima kohta. Kõige paremaks wõrdluseks wõiwad Inglismaa ja Labrador olla. Mõlemad maad on ühe ja sellesama laiusekraadi all. Esimene nendest seisab sooja Golfstromi, teine külma Labradori merewoolu mõju all. Inglismaa kaswatab nisu, mirdi- ja loorberipuid, kuna Labradori pool-saar muud ei ole kui külmanud kõrbe, mis põlluharimiseks sugugi kõlbuline ei ole ja kus ainult sammal kaswab.

6. **Maapinnaomadused.** Tihedal ja kõwal kaljusel maapinnal aurab niiskus ruttu ära, mille tõttu niisugune maapind kuiw on. Ka wõtab ta päikese paistel ruttu soojust wastu, annab ta aga niisama ruttu jälle ära, niipea kui päike kadunud. Sawine maapind sellewastu tõmbab niiskuse külge ja ei lase teda äraaurada, millepärast niisugustes maakohtades maapind niiske ja külm on.

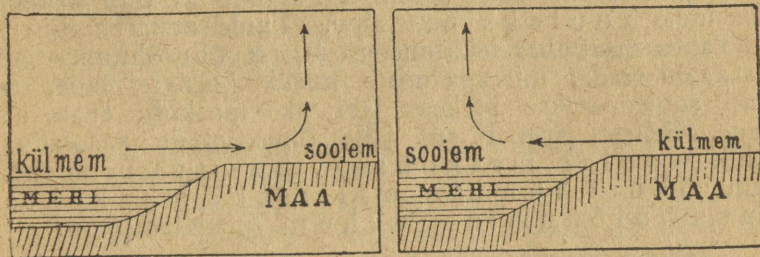
7. **Taimekasw isëaranis metсад.** Laialdased metsad mõjuwad ikka niiviisi kliima pääle et nad selle enam merekliimataoliseks teewad, selles mõttes, et metsad suurt wahet talwise külma ning suwise sooja wahel äratasandawad ja niiskuse rutulist äraauramist takistawad. Ilma

taimekaswuta lage maapind soojeneb ruttu, annab aga ka niisama ruttu jälle oma soojuse ära.

8. **Õhkkond ise.** Pilwed ja udu näit. takistawad suwel päiksekiireid oma soojendawat mõju maapinna pääle awaldada, ning talwel ei lase nad maapinda oma soojust ilmaruumi ära anda.

Õhu surumine ja tuuled.

Nagu meie teame, on soe õhk õredam ja kergem kui külm õhk. Seda näitab meile muu seas korstnast ülesse õhku tõusew ahjusuits. Õhkkonnas paneme neidsamu nähtusid tähele, kuid suuremal wiisil. Päewa ajal läheb maa päikese kiirte all enamalt soojaks kui wesi. Õhk on maapinnal siis soojem ja tõuseb ülesse, kuna mere päält külm õhk tema asemele woolab ja meretuule sünnitab. Öösel aga jahtub maa rutemini ära kui merewee pind. Mere pääl on õhk siis soojem. Soe õhk tõuseb ülesse, aga tema asemele woolab maa poolt külmem õhk (m a a t u u l). Niisuguseid tuuli kutsutakse w i n u d e k s. — Sarnaseid nähtusi paneme ka suuremate järwede juures tähele —



Päewal.

Öösel.

90. Winud.

Nagu teada, kõrwetab päikene poolitaja kohal maad õige kõwasti. Soe ning kerge õhk tõuseb kõrgesse üles ja laguneb seal põhja ja lõuna poole laiali, kuna sooja õhu asemele pöörjoonte poolt alati palju külmem ja raskem õhk poolitaja poole asemele woolab. Sel kombel tekkinud tuuli nimetatakse p a s s a a t - t u u l t e k s.

Kesk-Aasia kuiwadel kiltmaadel on suweajal õhk palawam kui merel. Soe õhk tõuseb üles, aga tema asemele woolab mere päält külm õhk. Seda tuult nimetatakse s u w e m u s s o o n i k s. Talwel aga läheb õhk Kesk-Aasia kiltmaal enamalt külmemaks kui India ja Waikse ookeani pinnal, kus soe õhk üles tõuseb ning tema asemele mannermaalt külm õhk tuule näol woolab. Seda tuult nimetatakse t a l w e m u s s o o n i k s.



Talwel.

Suwel.

91. Mussoonituuled.

Sellest kõigist järgneb, et kui õhk kuskil maakohas soojemaks on läinud ja ülespoole woolab, seal õhu surumine vähem on, kui teises maakohas, kus õhk külmem ja selle tõttu raskem on. Meie näeme ka, et, kui ühes maakohas õhk soojemaks läheb kui teises, siis sellel läbitasakaal õhus rikutud saab ehk, teiste sõnadega, muutused õhurõhumises sünnivad. Õhu soojus on siis õhurõhumise muutuste pääpõhjuseks. Õhurõhumise muutuste järelduseks aga on õhu liikumised ja õhu woolud, mis meie tuuleks nimetame. Tuule otstarbe niiviisi on kahes maakohas tekkinud isesugust õhurõhumist jälle tasakaalu seada, mis aga mitte ilmiski korda ei lähe, sest alati soojendatakse päikese läbi üks maakoht enam kui teine. Sellest järgneb siis jälle õhuwoolude pääseadus: õhk woolab maakohast, kus suurem (kõrgem) õhurõhumine walitseb, maakohta, kus õhurõhumine vähem (madalam) on.

Sellega on siis ka, nagu meie allpool näeme, üleüldised ning alalised woolud õhkkonnas äraseletatud ja maakeras 5-tuulte wööde, niisama ka see ühendus, mis tuulte wööde ja maakeras kliimawööde wahel on.

a. Alalised woolud õhkkonnas, õhuwaheldus maakeras kliimawöödes. Alaliste tuulte wöö. Poolitaja kohal kõrwetawad loodis alla langewad päikesekiired maakeras pinda, mille tõttu õhk kuumaks õredaks ja kergeks läheb, ning ülespoole tõusew õhuwool tekib. Seda poolitaja ümber asuwat tuuleta maakeras pinna osa nimetatakse waikseks wööks, sest siin on sagedasti purjulaewasõitu takistaw täitsa waikne ilm. Waikne wöö on see osa maakeras pinnast, mis kõige enam päikese kiirte läbi soojendatud saab, ta liigub ühes päikesega poolitajast lõuna poole ja põhja poole, asub aga suuremalt osalt poolitajast weidi põhja pool. Kui see ülespoole woolaw õhk õhkkonna kõrgematesse kihtidesse jõuab,

jaguneb ta kahte woolu: üks walgub põhja, teine lõuna poole. Umbes põhja- ja lõunalaiuse 25-st kraadist päale saawad, need õhuwoolud läanetuulteks, mis õhku peaaegu mitte sugugi nabade poole woolata ei lase. Umbes 30. laiuse kraadi all tekitawad need õhuwoolud kõrge õhusurumise wöö. Siit kõrge õhurõhumise piirkonnast woolab õhk madalama õhurõhumise ringkonda, s. t ta woolab mõlemalt poolt maakeri pinda mööda poolitaja poole. Need on mõlemad passaatide wööd. Niiwiisi sünnib mõlemal pool poolitajat, selle ja 30° põhja- ja lõunalaiuse wahel täielik õhu ringwool.

Pöörijoonte lähedal alla langew õhuwool tekitab kerget muutuwaid tuuli ja waikusid, harilikult selge ilmaga. Need on pöörijoonte waiksed wööd. Nendest põhja ja lõuna pool walitsewad läanetuuled. Kus õhkkonna alamates kihtides maisamaa ja mere wastastikkuse seisukoha tõttu läanetuuled takistatud saawad, näeme kiudpilweid õhkkonna kõrgemates kihtides lääne poolt ida poole liikuwat. Ka tormikeerused lähewad harilikult ida poole. Lõuna-poolkera laialistel meredel ilmuwad need läanetuuled palju korralikumalt ja puhuwad tugewamalt. Antarkti mannermaal walitseb jälle kõrge õhurõhumine, kuna põhja-poolkeral talwe ajal kõrge õhurõhumine Ida-Siberis ilmub.

Tuule kõrwalokaldumine omast sihist maakeri pööramise tõttu oma telje ümber. Ülewalpool nägime, et jõed oma jooksu sihti muudawad maakeri pööramise tõttu oma telje ümber. Maakeri pööramine ei awalda aga mitte üksi oma mõju jõgedejooksu päale waid kõikide ristloodis liikuwate kehade päale, nagu raudteerongid, tuuled ja m. Üleüldiselt wõiks seda seadust järgmiselt formuleerida: iga ristloodis liikuwat keha päale mõjub maakeri pööramine oma telje ümber seda keha tema esialgsest liikumise sihist kõrwal pöörates — põhja-poolkeral paremale, lõuna-poolkeral pahemale poole. See sihist kõrwalokaldumine ei olene mitte liikumise sihist, waid geograafilisest laiuses — poolitaja kohale ei ole seda kõrwalokaldumist olemaski, kuna ta seda suurem on, mida lähemalliikuw keha nabadele on.

Wahe jõe ja tuule wahel on see, et wesi jões jõenõwa läbi piiratud on ja ei saa temast wälja tungida maakeri pööramise jõu tõttu, kuna õhku mitte mingisugune nõwa ei

takista, waid ta liigub wabalt ja kaldub ka wäikse jõu mõju all omast esialgsest sihist kõrwale.

Sellepärast ei puhu ka tuul mitte otse suurema õhurõhumise kohast wähema õhurõhumise koha peale, waid kaldub sellest kõrwale maakera pööramise tõttu oma telje ümber. Põhja-poolkeral sünnib see kõrwalekaldumine paremale poole waatlejast, kes seal kohal seisab, kus tuul puhub ja sinna poole waatab kus õhurõhumine wähem on. Lõuna-poolkeral kaldub tuul pahemale poole.

Kui maakera mitte oma telje ümber ei pööraks, waid paigal seisaks, siis ei oleks püstloodis õhuwoolude kõrwal muud õhu liikumist kui põhja poolt lõuna poole ja ümberpöördult. Kõrwale kaldumine sellest sihist maakera pööramise tõttu tuleb sellest, et iga punkt maakera pinnal poolitaja all rutem liigub kui poolitajast eemal ja nimelt seda pikaldasem on see liikumine, mida lähemal punkt maakera nabale asub. Newtoni liikumise esimese seaduse järele on põhja-poolkeral lõuna poole liikuwal õhuwoolul esialgne kiirus ja jääb tema lõuna pool asuwast ja rutemalt liikuwast punktist maha. Tema liikumine kaldub niowiisi lääne ehk paremale poole, näib, nagu tuleks ta kirde poolt. Selle wastu jõub põhja poole liikuw õhuwool oma suurema kiirusega temast põhja pool asuwast punktist ette. Tema kaldub ida ehk jälle paremale poole kõrwale. Näib, nagu tuleks ta edela poolt. Lõuna-poolkeral kalduwad sellewastu õhuwoolud pahemale poole. Maakera pööramise tõttu oma telje ümber saawad põhja-poolkeral passaatid kiirdepassaatideks ning lõuna-poolkeral — kagupassaatideks ja nabade poole puhuwad tuuled põhja-poolkeral — edelatuulteks, lõuna-poolkeral — loodetuuldeks.

Läänetuulte wöö Tsükloonid ja antitsükloonid.

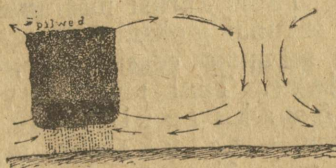
Kõige suuremat mõju awaldawad õhuwoolude sihi pääle meie laiuse kraadide all awaldab waheldus mere ja maisamaa wahel. Maisamaa soojenemise tõttu suwel soojeneb ka õhk ja läheb õredamaks, mille tõttu siin õhurõhumine wähem on, kuna talwel maisamaa enam jahtub kui meri ning selle tõttu siin õhusurumine suurem on. See õhurõhumise wahe maisamaal ja merel sünnitab põhja-poolkeral palju keerulisemaid ilma olusid kui troopika maades, kus kauakestwad wihmasadud kuiwade ajajärkudega waheldawad. Põhja-poolkeral sellewastu walitsewad alaline waheldus kõrge ja madala õhurõhumise, selge ja pilwise ilma wahel. Ilmaolude seletamiseks antakse ilmadekaartisi wälja, kus ühesuguse õhurõhumisega maakohad joontega, isobaa-

ridega ühendatud ja tuule siht ja tugewus väikeste nooltega ära tähendatud on.

Tuule sihi seaduse järele, millest meie ülewalpool, kõnelesime, walgub õhk madalama õhurõhumisega maakoha ehk baromeetrilise minimumi poole. Kuid maakora pööramise tõttu oma telje ümber kaldub tuul oma esialgselt sihist kõrwale, nii et näit. põhjatuulest kirdetuul saab ja lõunatuulest — edelatuul. Sedasama sünnib ka kõrgema õhurõhumisega maakohast ehk baromeetrilise maximumi poolt tulewa õhuwooluga. Nii saab tuul kahe jõu mõju all keerdliikumise, mille kohta Buys-Ballot (beisballó) a. 1860 järgmise rõhumise ja tuulte seaduse ette pani:

Alamates õhkkonna kihtides woolab õhk baromeetrilise maximum'iga maakohast kõige lähemasse baromeetrilise minimum'iga maakoha. Ühes sellega muutub esialgselt otsejooneline liikumine keerd- (tsüklonseks) liikumiseks põhjapoolkeral paremale, lõuna-poolkeral pahemale poole.

Madala õhurõhumisega maakoha soojust tõttu ilmub meile tsüklon ülessepoole tõuswa õhuwoolu näol, mis kõrgele õhkkonda tõusnud, iga külge laiali walgub. Maakora pinnal woolab ülessepoole tõusnud õhu asemele külm ja selle tõttu raskem õhk. Ulespoole woolaw õhk jahtub kõrges, saab selle tõttu niiskeks ja ilm läheb wihmaseks. Sellepärast on ka tsükloonse maakohades ehk maakohades baromeetrilise minimum'iga harilikult ilm pilwes ning sademetega.



92. Tsükloon.

Antitsükloon.

Tsükloonsed keerdtuuled (baromeetrilised minimum'id ehk depressionid) sünniwad sagedasti Atlandi ookeanis ja lähewad ida poole Euroopast läbi. Nemad teewad Kesk- ja Põhja-Euroopa muutlikuks ja heitlikuks.

Antitsükloonis, kõrge õhurõhumisega maakohas (baromeetr. maximum) walitseb allapoole liikuw õhu-



93. Tsükloon.

Antitsükloon

wool. Üleval woolab õhk külje päält baromeetrilise maksimum'i poole, kuna ta all maakera pinnal, igale poole laiali läheb Antitsüklooni tuule siht on tsüklooni tuule sihile wastupidine, niisama ka ilm. Baromeetrilises maksimum'is nimelt langeb õhk loodis allapoole, sattub kõwema rõhuhmise alla, saab soojemaks ja selle tõttu relatiivselt weaurust waesemaks. Sellepärast on siis ka suuremalt jaolt ilm antitsükloonis kuiw ja selge. Baromeetriline maximum muudab oma koha palju vähem kui baromeetriline minimum.

Mõlemate õhukeerude liikumise põhjal võime nende keskkoha üle järgmist ütelda: Kui meie tuule poole oma selja pöörame, siis näitab meie pahem weide ettepoole ülestõstetud käsi baromeetrilise minimum'i keskkoha poole, meie parem tahapoole weidi ülestõstetud käsi baromeetrilise maximum'i keskkoha poole.

Tuule kiirus. Tuule kiirust määrame meie sellejärele, mitu meetrit ühe sekundi jooksul õhk edasi liigub. Tuul, mis 4—5 meetrit sekundis edasi liigub, nimetame meie t a s a s e k s t u u l e k s. Tuul, mille kiirus 11 meetrit on, nimetame meie k õ w a k s t u u l e k s, 15 meetrit — t o r m i k s ja 21 meetrit — r a j u k s ehk m a r u k s. Tormideks nimetame meie õhu wäga kangeid keerdliikumisi baromeetrilise minimum'i ümber. Troopika maade tormidel on mõnikord isegi kuni 50 meetrit suur kiirus. Sadasid kilomeetrid edasi tormates, teewad nad suurt häwitustööd inimeste asundustes. Hiina meredes nimetatakse niisugusid torma t a i f u u n i d e k s, Põhja-Ameerikas — t o r n a a d a d e k s ja Lääne-Indias — h u r r i k a a n i d e k s. Tuule kiirust ja tuule sihti määratakse ära iseäralise selleks otstarbeks kokkuseatud tuulelipu abil.



94. Lohemadu.

Mõnikord keerutab õhk ennast rutusti samba moodu üles ja kisub enesega liiva ja tolmu ühes. Seda tuult kutsutakse tuulispaaks. Juhtub tuulispask mere pääl, siis kisub ta enesega wett üles. See weesammas, mida lohemaoks ehk pilwesapaaks nimetatakse, ühineb pilwega ning läheb suure jõuga merd mööda edasi. Mõnikord liiguvad mitu lohemadu korraga üksteise järele. Harilikult algawad tuulispask ja lohemadu paksu pilw-rünkaga, kust koonusekujuline pilwetükk alla, maakerapinna poole, wenib, kuni ta altpoolt ülessekerkiwa liiva- wõi weesambaga ühineb.

Õhu wahetus maisamaa ja mere wahel. Üleüldist korralikku õhu ringwoolu õhkkonnas takistab wäga tähtsal mõõdul maisamaa ja mere waheldus maakera pinnal. Seda näitawad meile wäga selgesti mussooni- ehk aasta-aegade-tuuled. Lõuna ja kagupoolses Aasias ning Mississipi lausikmaal asuwad suwel aprillist septembrini päikese kiirte läbi kuumaks aetud maapinna tõttu madala õhurõhumise ringkonnad, kuhu India ookeanist ja Mexiko lahest niiske õhk tuule näol woolab ja rohkeid sademeid ühes toob. Mere poolt tulewate ja niiskust toowate tuulte tõttu on siis ka India ja Hiinamaa, niisama kui Mississipi jõe lausikmaa wäga wiljakandwad. Aasias nimetatakse seda tuult suwemussooniks.

Talwel aga, oktoobrist märtsini, jahtub maapind enne-malt kui merepind, mille tõttu ka mainitud maakohtades õhu kõrgerõhumise ringkonnad tekiwad. Kuiw ja kül m õhk woolab mannermaa poolt mere poole. Seda tuult nimetatakse Aasia t a l w e m u s s o o n i k s. Mussoonituuli oleme ka juba ülewalpool nimetanud. Sarnast perioodilist kuid mitte nii laialdast õhuliikumist pandakse ka Austraalia mannermaal tähele, kus sealse suwe ajal päikese kiirte läbi maapind kuumaks aetakse ja niiwiisi madala õhurõhumise piirkond tekib.

Õhuwahetus mägedes ja orgudes. Kohalikkude tuulte sekka tulewad arwata mägistes maades nõnda nim, l a n g e w a d t u u l e d, mis siis sünniwad, kui mägedest õhk alla orgu langeb, kui seal madal õhurõhumine juhtub walitsewat. Kui depressiooni teisel pool mägestikku juhtub olewat, nii et tuul mägestikust peab üle minema, siis jätab ta oma niikuse sademete näol mägestiku esimesele küljele ja jõuab kuiwa tuulena mäeharjast üle ja läheb mägestiku teisest küljest alla langedes ikka kuumemaks. Kõige tut-tawam langewatest tuultest on „F ö h n“ Helweetsias. See on lõunatuul, mis Wahe merelt üle Alpi mägede harja Helweetsiasse tuleb ja siin „lumesööjaks“ kutsutakse, sest tema mõju all hakkab lumi mägestikkus kiiresti sulama. Sarnaseid tuuli on ka Wogeesis, Hiiglamägestikkus, Atlase mägestiku põhjapoolel, Gröönimaal, Austraalias ja m. tähele pandud.

Ka külmi langewaid tuuli on olemas ja nimelt seal, kus kõrgetes mägede orgudes külma õhku kokku korjub ja selle lähedal madalamas soojemas maakohas baromeetiline minimum sünnib, kuhu siis kül m õhk mägestikust alla langeb. Niisugused külmad langewad tuuled on Lõuna-Prantsusemaal m i s t r a l, ja Adria mere põhjapoolses osas b o r a. Ka Musta mere idarannal, näit. Suhumi linna lähedal, pannakse niisugusid külmi tuuli tähele, mis Kaukaasia mägestikust alla mereranda langewad ja külma ühes toowad.

Sademed.

Weeaur õhus. Meredest, järwedest, jõgedest, lume- ja jääwäljadelt, taimedest ja niiskest maapinnast tõuseb w e e a u r ü l e s õ h k u. Weeauru hulk õhus oleneb õhu soojusest, rõhumisest, niiskusest ja liikumisest (tuulest).

Kõrge soojuse käes, madala õhurõhumise korral, kuiwas ja liikuwat õhus on auramine tugewam kui überpöörduw tingimistel. Kui palju õhk weeauru wastu suudab wõtta, see oleneb tema soojusest: ühes soojusega kaswab ka wastuwõetawa weeauru hulk. Sellepärast on päewa ajal õhus enam weeauru kui öösel, suwel enam kui talwel, troopika maades enam kui paraja ja külma wöömaades. — On õhk wiimase wõimaluseni weeauruga täidetud ja muutub ta pääle seda külmemaks, siis ei suuda ta eneses enam endist hulka weeauru hoida ja peab ta sademete näol wälja andma. Iga aastane sademete näol õhkkonnast maakera pinnale langew wesi wõiks terwet maakera pinda 1 meetri kõrguselt katta.

Õhus leidub igal pool ja igal ajal weeauru, kuid mitte ühepalju (kuni 1,5% kogust). Wabas õhus wäheneb weeaur kõrgemale tõustes ruttu ja juba umbes $7\frac{1}{2}$ wersta kõrgusel on õhus ainult üks sajandik sellest weeaurust, mis meie maapinna lähedal leiame, kuna 10–11 werstast kõrgemal õhus niiwähe weeauru leidub, et seal üleüldse enam sademeid ei ole.

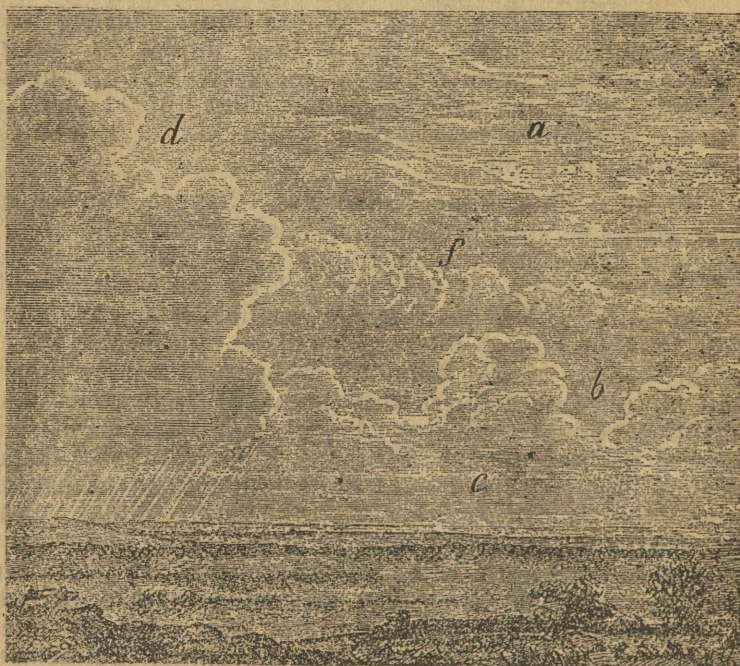
Weeauru tihenemine õhkkonnas. Langeb õhu temperatuur allapoole sulamisepunkti (0°), siis sünniwad weeauru tihenemise läbi õhus weerakukesed ehk tibakesed, millest udu ja pilwed koos seisawad. Nende õhus hõljuwate kõige wäiksemate weetibakeste ehk raku-keste läbimõõt kõigub 6–17 tuhandiku millimeetri wahel. Senikui nende tibade läbimõõt wähem on kui 40 tuhandikku millimeetrit, wõiwad nad uduna wõi pilwedena ikka weel õhus hõljuda. Kaswawad nad aga suuremaks, siis langewad nad sademetena (wihmana, lumena, rahena) maha. Weeauru tihenemise protsessid õhus hõlbunewad ja karmenewad tolmu ja suitsu ning ka õhuelektri mõjul. Seda tõendab asjaolu, et suurte linnade kohal, kus õhus palju tolmu ja suitsu leidub, kõige sagedamini pilwitab ja et õhuelektri kaswamisega ka pilwede tekkimine märksa edeneb.

Suwel, kui pärast palawat päewa jahe, selge öö tuleb ja maa külmaks läheb, puutub õhk maapinnal külmemate asjadega kokku ja weeaur õhus muutub rohu, liiwa ja pöösaste pääl weetilgakesteks, mis **kasteks** nimetatakse. Kui õhutemperatuur öösel alla 0° langeb siis külmawad need weetilgakesed ja meie nimetame seda nähtust **härmaks**.

Pilwed. Udu tekib iseäranis madalamates õhukihtides, kui niiske soe õhk üle külma maapinna liigub (maaudu), wõi überpöörduw — kui külm õhk soojal weepinnal wiibib (mereduud). Selsamal wiisil tekiwad,

kui weaurust rikas õhk allapoole sulamisepunkti külmab, ka pilwed, iseäranis siis kui õhuwoolud ülespoole liiguvad. Pilwed ei ole midagi muud kui kaugelt meie silma paistwad udukogud, mille auruterakesed õhus hõljuwad.

Iseäranis huwitawad on pilwekujud, mille üksikutele laadidele kindlad nimetused on antud. Kõige päält tehtakse wahet tükiliste ehk keramoeliste pilwede ja laiade loorisarnaste pilwede wahel. Esimesed ilmuwad enamasti kuiwa ilmaga, teised wihmaga. Pääle selle antakse mitmesugustele waheldawatele pilwewormidele weel järgmised nimed: kiudpilwed (cirrus), rüngaspilwed (cumulus), kordpilwed (stratus) ja äikesee- ning wihmapilwed ehk rangud (nimbus); need jagunewad omakord lõpmata eriwormideks.



95. Pilwewormid.

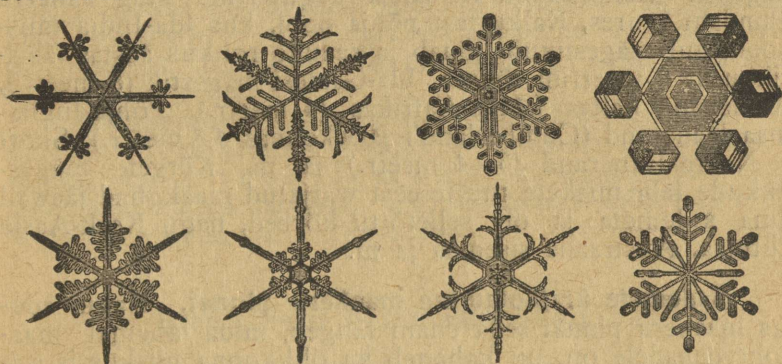
a kiudpilwed, b rüngaspilwed, c kordpilwed, f kõrged rüngaspilwed, d rangud.

Õhkkonna liikumise uurimisel on väga tähtis pilwi täppi-päält tunda. Tuuled ja õhuwoolud ei lase mitte ainult ilmasid ette aimata, waid neil on wiimasel ajal ka õhulaewanduses suur tähtsus. Siin juures peab pilwede kõrguse maakerapinnalt, nende liikumise

sihi ja kiiruse ning nende paksuse arwesse wõtma. — Wihmapilwed ei käi mitte wäga kõrgel taewa all, waid umbes 1—1½ wersta kõrgusel, kuna kõige kõrgemad pilwed — kiudpilwed — läbistikku 8 wersta ümber maapinnast kõrgemal õhus hõljuwad.

Wihm ja lumi. Kui wäikesed weerakukesed, milledest pilwed koos seisawad, taewa all külma käes tihedamaks saawad ja nõnda rasketeks, weetilgakesteks muutuwad, et nad enam õhus ei jõua seista, siis langewad nad wihmana maapinnale.

Kui õhutemperatuur alla 0° langeb, siis muutuwad weerakukesed nõelasarnasteks lumekübemeteks. Lumekübemed ühinewad ilusateks räitsakateks ja langewad lumenena pikkamisi maakera pinnale. Mõnikord teeb suwel külm õhk taewa all weetilkadest räheterad. Selle nähtuse põhjused ei ole teadusliselt weel täitsa ära seletatud.



96. Lumeräitsakad.

Tuul ja wihm. Weeauru õhus kannab tuul edasi, ja sellepärast waadatakse tuule pääle kui wihmatooja pääle. Kuid wihma toob tuul ainult järgmistel tingimistel:

1. Tuuled, mis soojematest kohtadest külmematesse puhuwad, toowad wihma; külmematest maakohtadest soojematesse puhuwad tuuled on kuiwad. Passaattuuled on kuiwad tuuled, kuna parajas kliimawöös walitsewad läanetuuled niisked on Suures Wana maailma kõrbe- ja rohtlaanewöös, mis Sahaaraga algades kuni Kesk-Aasiani ulatab, on sellepäsast nii wähe wihma, et siin põhja- ja kirdetuuled walitsewad, mis üle laialdaste, päikese kiirtest kuumaks aetud ning kuiwade maakohtade puhuwad. Selle tõttu ei ole weeauru tihenemine wõima-

lik. Selsamal põhjusel on ka Kalahaaris ja edelapoolses Aafrikas nii arva sademeid. Osa Austraalia sisemaast, mis kagupassaati piirkonnas asub, on wihamapuuduse tõttu kõrbe. Suured tasandikud on ikka rohtlaaned ja sawannid, sellepärast et nad suwel väga kuumaks lähewad. Isegi niisked tuuled ei too siin wihma, sest selleks on temperatuuri langemist waja.

Tuuled, mis mägestiku läbi sunnitud on kõrgemale tõusma, toowad wihma ühes. Füüsiline weeauru tihenemise protsess on ikka ühesugune. Mägede külgede kaudu kõrgemale tõusew õhk saab maapinnast kõrgemal õredamaks, tarwitab selle juures soojust, jahtub ühes sellega aga ka ära, mägede külma pinnaga kokku puutudes. Weeaur õhus tiheleb ja langeb wihamana ja lumena maha. Seal, kus maakera pinnal niisked tuuled mägestikkude külgedel puhuwad, leidub sademete poolest kõige rikkamaid maakohti. Nii-sugused maakohad on Himalaja kagupoolne külg Tsherra Pundshi juures, Kalkuttast põhja pool, kus Ida-India mussoonituul mägestikuni jõuab ja sadude rohkus aastas läbitikku 12,5 meetrini tõuseb, Ida-Gaatesi mägestik (8 meetr.), Kameruni kallas Lääne-Aafrikas (4 meetr.), Põhja-Ingliismaa läänerand (Cumberland'i järwkonnas 4,8 meetr.), Shoti ja Norra läänerand (3—4 meetr.) ja m. Kõrgete mägestikkude läbi niiskete tuulte eest warjatud maakohad jäewad ilma sademeta ja on selletõttu kõrbed, nagu Kesk-Aasia kiltmaa, Austraalia sisemaa ja m.

Sademete ärajaotamine maakera pinnal. Nagu soojus maakera pinnal seda enam langeb, mida lähemal maakoht nabadele on, nii kahaneb ka õhkkonna niiskus ja sellega ühes ka sademete rohkus, mida kaugemal maakoht poolitajast asub.

Sademete ajajärkude pikkuse, sademete rohkuse jne. põhjal tehakse mitmete sademetewööde wahel wahet. Nendest on kõige tähtsamad:

1. **Troopikasadesed**, mõlemil pool poolitajat kuni 28. põhja- ja lõunalaiuse kraadini.

Mõlemil pool poolitajat (kuni 4. põhja- ja lõunalaiusekraadini), tuulewaikuste wöös, nimetatakse neid sademeid **ekwatoriaalseteks**. Õhkkonda tõusew soe õhk tekitab kõrgemates külmemates õhkkonna kihtides peaaegu iga päew (pääle lõunat) pilwitamist ja kanget kõuewihma. Ekwatoriaalsete sademete wööst põhja ja lõuna pool asuwad **lagipunkti sademete wööd**. Siin sajab wihma nendel aastaagadel, kui päike inimeste pää kohal asub, Nendes sademete wöödes sajab wihma nii korralikult tea-

tud ajajärkudel, et siin kindlat wahet kuiwa ja wihmase aastaaja wahel tehakse.

Paras-palawa wöö sademed (28. ja 40. põhja- ja lõunalaiuse kraadide wahel). Wihma sajab siin suuremalt osalt ainult talwel (näit Wahe mere rannamaades) Suwel on kuiw, sest siis on see wöö kuiwade pas-
saattuulte mõju all.

3. **Uhtlaselt igal aastaajal** leiame sademeid suuremalt osalt parajas ja külmas wöös. Kohati on aga ka siin ühel aastaajal enam sademeid kui teisel. Näit. on mannermaades suuremalt osalt suwel enam sademeid kui talwel.

Kliima ehk ilmastik.

Ühe maakoha soojust, õhurõhumist, õhkkonna niiskust, jne. kokku ühel teatud lühemal ajajärgul nimetame **ilmaks**. Ühe maakoha läbistikkust seisukorda, kõiki selle maakoha ilmanähtusi (soojust, õhurõhumist, niiskust jne.) kokkuwõttes ja ka maakoha aluspinda ja taimestikku tähelepannes, nimetame selle maakoha **kliimaks** ehk **ilmastikuks**.

Niisket kliimat, wilu suwega ja pehme talwega, mis harilikult rannaäärsetes maades ja meresaarte pääl walitseb, nimetatakse **merekliimaks**; kuiwa kliimat kuuma suwega ja külma talwega, mis sisemaal mōjuwusel on, — **mannermaa-kliimaks**.

Elektrilised nähtused õhkkonnas.

Wälk ja müristamine. Meie wõime sagedasti õhkkonnas nähtusi tähele panna, mis meie elektrilisteks nimetame. Soojal aastaajal ilmub meil elektriwägi õhus pikse näol. Pikse ajal näeme **wälku** ja kuuleme **müristamist**. Wälk pole muud midagi, kui suur elektrisäde, mis pilwest alla maa pääle wõi jälle ühest pilwest teise kargab. Niisugust elektrisädet wõime wäiksel mōõdul ka omas toas sünnitada. Kui meie klaas ehk merewaigust pulka esimest siidist ja teist willase rätiga hõõrume ja oma sõrme pulgale ligineme, siis näeme sädet merewaigust pulgakese ja sõrme wahel ja kuuleme raksatust. Seda sädet nimetatakse elektri sädemeks ja ta on täiesti walgu sarnane, nii kui see kerge raksatus müristamise sarnane on.

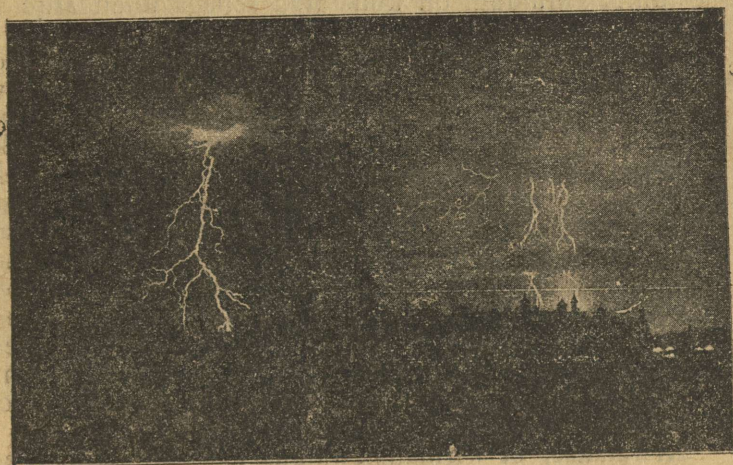
Kui meie klaaspulka siidist riidega hõõrume, siis tekkib tema pääle elektriwõimu wõi — jõudu, klaaspulk hakkab kergeid asju külge tõmbama. Sellesama omaduse saab hõõ-

rumisest willase riide vastu ka kirjalakipulk. Pärast hõõrumist leiame meie siis niihästi klaaspulga kui kirjalakipulga päält elektriwõimu; kuid need elektriwõimud ei ole mitte täiesti ühesugused. Seda võib järgmiste katsete abil ära näidata. Kui meie siidiriidega hõrutud klaaspulga tema kesk-kohast nii wiisi ühe niidi otsa üles riputame, et ta ennast seal hõlpsasti pöörata annab, ja selle pääle tema elektriseeritud (elektriliseks tehtud) otsa lähedale teise niisama wiisi hõõrutud klaaspulga wiime, siis näeme meie, et need klaaspulgad endid üksteisest eemale hoiawad. Kui meie aga üles riputatud klaaspulgale kirjalakipulgaga, mis willase riidega hõõrutu, läheneme. siis näeme, et nad üksteist külge tõmbawad. Niisama võib ära näidata, et jälle kaks ühte wiisi hõõrutud kirjalakipulka endid üksteisest eemale hoiawad. Nendest katsetest selgub kõige päält, et hõõrumine siidiriidega klaaspulga pääle ühtesugu, hõõrumine willase riidega kirjalakipulga pääle teistsugu elektriwõimu sünnitab, ja et niisama klaasi, kui kirjalaki elektriwõimud omasuguseid wõimusid eemale tõukawad, kuna kaks elektriwõimu kogu, millest üks klaasi, teine kirjalaki pääle on sünnitatud, üksteist külge tõmbawad. Meie wõime, kuidas ülemal pool nimetatud, pääle klaasi ja kirjalakki weel palju teisi loodusekehasid hõõrumise läbi elektriseerida; aga ikka saame meie sel wiisil kas seesugust elektriwõimu, mida hõõrumine siidi riidega klaasi pääle sünnitab, või seesugust, mis hõõrumisest willase riide vastu kirjalaki pääle tekitab. Nii sünnitab siis hõõrumine kahtesugu, ja nimelt ainult kahtesugu, elektriwõimu. Seesugust elektriwõimu, mida hõõrumine siidi riidega klaasi pääle tegewusele äratub, nimetatakse positiwiseks, teistsugu elektriwõimu — negatiwiseks. Ikka tõukawad ühenimelised elektriwõimud üksteist oma küljest eemale, kuna isenimelised elektriwõimud üksteist külge tõmbawad.

Katsete abil on ära näidatud, et elektriwõim mõnda keha mööda laiali woolab, kuna ta teiste pääl paigast ei pääse. Esimest seltsi kehadest ütlewad füüsikatundjad, et nad elektriwõimu juhatada ja nimetawad neid sellepärast juhatajateks. Kehasid, mida mööda elektriwõim edasi ei pääse, nimetatakse isolatoriteks. — Kui meie elektriwõimuga täidetud juhatajat teise mitte elektriseeritud juhataja lähedale wiime, siis tekiwad wiimases kaks elektriwõimu ja nimelt elektriseeritud juhataja poole pööratud otsas sellega isenimeline ja sellest eemale pööratud otsas temaga ühenimeline elektriwõim. Niisugust elektriwõimu sünnitamise wiisi nimetatakse elektriliseks induktsiooniks. Kas juhataja elektriwõimuga täidetud on või mitte, seda

teeme meie selgeks ise aparadi abil, mis elektroskoopiks kutsutakse.

Et nüüd maakera ka elektriwõimuga täidetud on, siis sünnitab ta igas temaga mitte ühenduses olewas juhatajas (näit. õhus olewas metallist kepis) elektriwõimu ja nimelt maa poole pööratud otsas maakera pinnal olewa elektriwõimuga isenimelist ja teises otsas sellega ühenimelist elektriwõimu. Niisama sünnitab ka maakera pinnal olew elektriwõim pilwetes elektriwõimu, allpool maakera-elektriwõimuga isenimelise ja ülewalpool ühenimelise elektriwõimu. Maakera pinnal ja pilwete alamal poolel asuwad isenimelised elektriwõimud ühinewad suurte elektrisädemete abil, mis meie walguks nimetame. Suure jõuga ja wäga ruttu edasiliikuw wälg paneb õhu kangesti lainetama ja meie kuuleme walju müristamist.



97. Wälg.

Wälg ja müristamine sünniwad ühel ajal; aga peaaegu alati näeme meie enne wälku ja alles siis kuuleme müristamist. See tuleb sellest, et walgusekiired ruttu läbi õhu meie silma tungiwad, kuna hääл palju aeglasemalt edasi läheb ja alles pikema aja järele meie kõrwu jõuab. Kui meie teame, mitu sekundi on wälgu ja müristamise wahel möödalainud ja teame kui ruttu hääл õhus edasi läheb (umbes $\frac{1}{3}$ kilomeetrit sekundis), siis wõime kergesti wälja arwata kui kaugel meitest wälku löi.

Wõib ka seda sünnida, et wälg lööb, aga müristamist üleüldse mitte kuulda ei ole. See tähendab, et wälg nii kaugel on, et müristamishääл meist eemal waibus, ilma et

ta meie kõrwu oleks ulatanud. Siis näeme ainult hääleta „kuiwi“ wälkused, mida igapäewases elus ka p õ u a w ä l - k u d e k s ehk s e e n e k ü l w i k s kutsutakse.

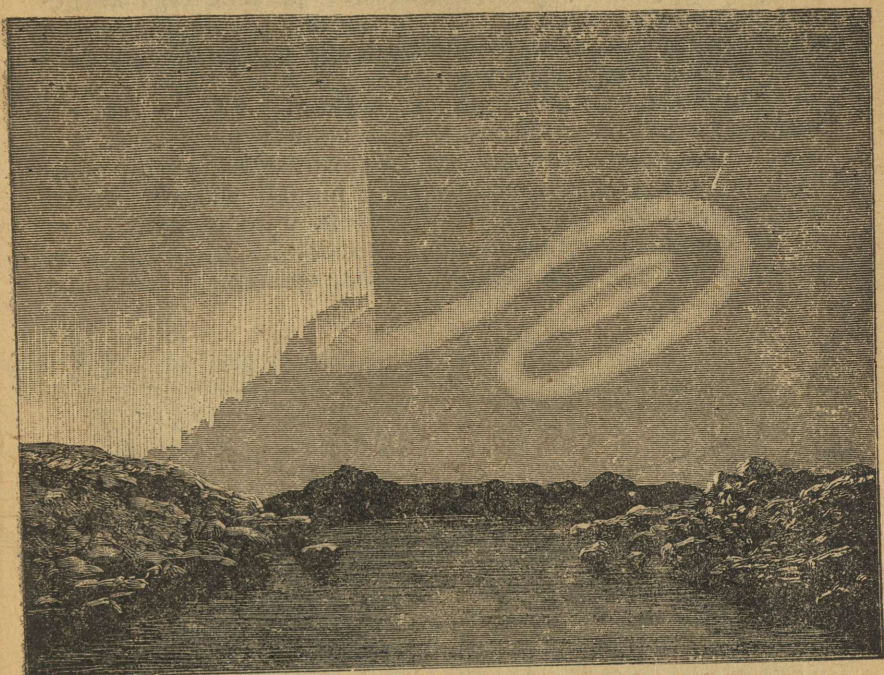
Hoonete kaitsmiseks wälgu löökide eest ehitatakse w ä l g u - ehk p i k s e w a r d a i d. See on poidla jämedune raudwarras, mis majaseinast paar jalga eemal katuse harjalt alla maa sisse ulatab. Ta ülemine teraw ots tõuseb hoone harjast paar sülga püsti kõrgemale. Et warda ots ei roostetaks ja pikse külgetõmbamise wõim ei kahaneks, kullatakse ta ära. Alumine warda ots lastakse nii sügawasse, et ta ikka niiske maa sees on. Wälg ei karga mitte wäga kaugelt piksewarda külge, waid enamasti ainult kolm korda nii kaugelt, kui piksewarda ots pääl pool katust pikk on. Suuremale hoonele tuleb mitu raudora katusele püsti panna, kuna üksainus warras walgutule ülewalt alla maa sisse juhib. Muidugi on kõik orad sellega ühendatud.

Wirmalised. Selgedel talweöödel näeme mõnikord põhja taewas iseäralist heledat mitmekujulist muutuwat walgust, mis meie wirmalisteks kutsume. Nagu wälg õhuelektri wabanemise äkiline, nii on wirmalised õhuelektri wabanemise pikaline, kroonikaline worm. Pääle sellekohaste otsekoheste katsete tõendawad spektrumi põhjal ette wõetud uurimised, et meil siin tõepoolest elektriwalgusega tegemist on. Wirmaliste spektrum seisab enam-wähem heledatest joontest koos, millest kõige tugewam, helerohe-line, nõndanimetatud „põhjawalguse joon“ tänini tundmata ollusele wastab, kuna aga teised jooned elekriwalgusesse sattunud gaaside, iseäranis lämmastiku ja wesiniku omad on. Kõrgemates õhukihtides leidub enam wesinikujooni, aga madalamates kihtides lämmastikujooni.

Arwatakse, et wirmalistewalgus katoodikiirtest (negatiivne, eitaw elekter) tekib, mis päikesest kui jõuallikast wälja hoowates läbi õhuta ilmaruumi kõige wäiksemate osakestena edasi lähewad. Jõuawad need küred maakera magneediwäljani, siis tekiwad maakera nabade ümber, kõrgemates ja harwemates õhukihtides katoodikiired, mis omakorda igale poole kõrwalkiiri wälja saadawad. Nõnda sünniwad wirmalised („põhja- ja lõunawalgus“), iseäranis magneediliste maakeranabade läheduses, kust nad suurepäraliste walgusenähtustena kaugematesse maawöödesse laiali lagunewad.

Et selle jõu, energia allikat meie planeedisüsteemi keskkohast, päikesest enesest tuleb otsida, selgub kõige päält sellest, et päikeselaikude ajajärgud wirmaliste ajajärgudega täiesti kokku käiwad. Umbes 11-aastases perioodis korduwad päikese pääl need määratumad lõhkemised, purs-

kamised, mis enestest päikese särawal pinnal laikudena ja hiilgawate tulelontidena tunda annawad. Nendele sündmustele päikese pääl wastawad wirmaliste ilmumised maa-keral: on päikeselaigud sagedad, siis ilmuwad ka wirmalised tihti ning wastuoksi.



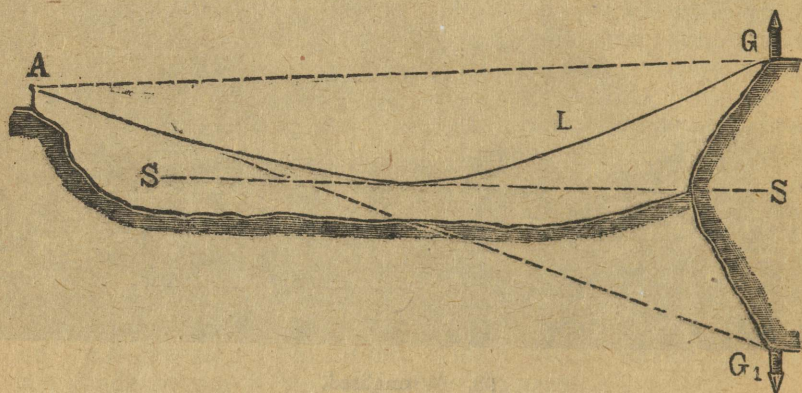
98. Wirmalised.

Wirmaliste worm on väga mitmekesine. Siiski võib pääasjalikult kuut enam-wähem lahkuminewat kujd nime-tada: kaarid, kiud ehk narmad, kiireu, aur, linnid ja woldid. Kuna maakera nabade ümber kõiki neid kujusid näha saab, võib meie juures ainult kaari (walge wikerkaari moodi), kiirte- ja kiududekujulist wirmalistewalgust tähele panna. Iseäralist huwitust pakuwad lindilised wirmalised, mis õhus wabalt hõljudes rõngastena, keerdwedrudena ja ussisarnaste ilmetena nähtawaks saawad, aga ainult kaugel põhja pool. Nendest lintidest sünniwad mõnikord wirmaliste kõige ilusamad kujud, rohekawärlised wolditused. wolditud eesriietena õhus hõljudes, allapoole järsku lõppedes, ülespoole pikkamisi tumenedes ja kadudes.

Fata-Morgana ehk kangastus.

Kangastuseks ehk Fata-Morganaks nimetatakse õhukujutust, mis iseäralistel tingimistel kõige sagedamini kõrbes või mere pääl näha võib. Kõrberändaja, näituseks, arwab waatepiiril weewiiru nägewat ja selle taga kõrbe- saart palmidega. Meil on siin mitmesuguse tihedusega ja iseäralises korras seiswate õhukihtidega tegemist, mis alla- poole peeglipinnana esinewad.

Kui walguse kiired mõnest vähem tihedast ollusest tihedamasse olusesse lähewad, näit. õhust wee sisse, siis saawad nad murtud omast esimesest sihist kõrwale paenu- tatud, ja meie ei näe siis asja, kelle pinnalt walguse kiired on tulnud, mitte sääl, kus ta tõesti on, waid ta näib enam või vähem teises kohas olema. Wististi kõigile on tuttaw, et kui meie õige kepi selge wee sisse pistame, siis õhus



99. Kangastus.

A — waatleja, G — torn, s-s — kuum õhk, L — murtud walgusekiir, G — kangastus.

olew kepi osa ja see osa, mis wee sees on, mitte ühes joo- nes ei näi olema, waid kepp näib wee pinnal nagu mur- dunud olema. Sedasama võime meie tähele panna, kui meie theelusika klaasi wee sisse paneme. Muidugi saawad walguse kiired ka siis murtud või paenutatud kui nad tihedamast ollusest vähem tihedamasse lähewad. Niisu- gusid walguse kiirte murdmisi või paenutamisi sünnib ka, kui kiired soojemast õhust jahedamasse lähewad või üm- berpöörduvad, sest soe õhk on kergem ja vähem tihe kui külm ehk jahe õhk. Üks jagu õhukujutusi saab niisuguse walguse kiirte paenutamise läbi seletatud. Seisab näituseks waatleja kuumal, selgel päewal mererannal A (joon lhk. 156),

siis woolab maa poolt ülemates õhuringides soe õhk mere poole, mere pinna päält aga woolab jahe õhk maa poole. Kui nüüd kaugel mere pääl laew on, G, siis ei wõi waatleja teda harilikult mitte näha, sest et laewast tulejad otskohesed walgusekiired merepinna kumeruse taha ära saawad warjatud. Ülemaal jutustatud tingimistel aga wõiwad laewast ülespoole minewad walgusekiired üle kumeruse jälle alla poole paenutatud ja waatleja silmi juhitud saada, nõnda et ta laewa siiski näeb, aga mitte enam seal, kus ta tõesti on, waid ülewal õhu sees, G, laew näib nagu kõrgele üles õhu sisse tõstetud olema. Wäga tihti on sellesarnaseid ilmutusi Läänemere õhtupoolses jaos näha. Rahwas jutustab, et sellesarnaseid nähtusi ka Peipsijärwe pääl tähele olla pandud. Selgetel, soojadel päewadel wõida wahel Kodawere juures, mis Peipsi rannal, Ouduwa linna näha, mis teisel pool järwe ja Kodawerest umbes 60 wersta kaugel on.



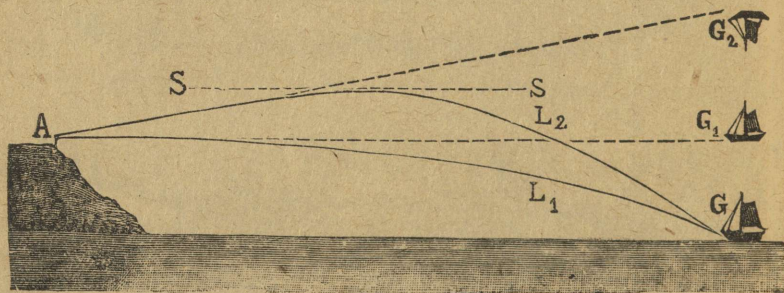
100. Kangastus.

Teine jagu õhukujutusi saab täielise walguse kiirte murdmise läbi seletatud. Kui meie selge, tasase weepinna pääle waatame, siis wõime meie temas kõik ümberolewaid asju näha, nagu peeglist, ainult selle wahega, et kõik asjad nagu ümber pööratud on, pääd alla poole ja jalad üles poole. Niisuguse peeglina, kus õige wiltu ühe pinna pääle

langewad walguse kiired täiesti murtud saavad, awaldab ennast ka see pind, mis ühe õige sooja ja õige jaheda õhukihi wahel on.

Kui näituseks waatleja A (joon lhk. 154) ja üks kaugel olew asi, näituseks torn, natuke kõrgema aluse, kinkude, pääl on ja nende wahel lai, tasane liiwawäli, mis päikese läbi kangesti kuumaks on aetud, siis hõljub liiwawälja pääl kuum õhk s-s, natuke kõrgemal aga on jahedam õhukiht, kelle sees waatleja ja torn on. Niisugusel korral näeb waatleja torni esiteks tema tõsisis kohas nende kiirte kaudu, mis tornist otsekohe läbi jahedama õhukihi tema silmi tuliwad, ja teiseks näeb ta torni ümber pöördud, all G_1 , nagu järwepeeglis nende walguse kiirte läbi, mis tornist tulles läbi jahedama õhukihi liuhka alla poole läksiwad soojema õhukihi poole, esiti natuke paenutatud saiwad ja wiimaks kuuma õhukihi pinnal just nagu peeglis täiesti murtud ja üles waatleja silmi saiwad juhitud. Et nüüd silmal see omadus on, et ta asja selles joones arwab olema, kust poolt walguse kiir wiimati tuli, siis näeb ka waatleja torni kaugel ümber pöördud all olema, sest et walguse kiir wiimati alt (poolt ülesse tuli).

Just nõndasama peab seda seletama, kui waatleja A (joon lhk. 156) ja kaugel olew asi, näituseks laew G, all jahe



101. Kangastus.

A — waatleja, G — laew, L_1 ja L_2 — walgusekiired, s-s — kuum õhk, G_1 ja G_2 — kangastus.

das õhukihis on ja kõrgel ülewal soe õhukiht heljub, s-s, ainult et siin laewa juurest ülespoole sooja õhu pinnale minewad kiired L_2 , alla poole waatleja silmi saawad murtud ja ta sellepärast laewa kaugel ülewal õhu sees ümber pöördud näeb olema, G_2 . Terwest seletusest näeme meie, et õhukujutustel alati tõesti olewad asjad põhjuseks on, mida õhukujutused ainult peegeldawad, kui ka tihti väga puudulikult ja uduselt. Imestust äratab waatlejas iseäranis see, et Fata-Morgana asja võib ette kujutada, mis mituküm-

mend wõi ka wahest sada wersta waatlejast kaugel on. Kõige rohkem on Fata-Morganat näha Napoli juures, Reggio ja Messina wäina ümbruses Itaalias, ning Persia, Kesk-Aasia ja Egiptuse liiwakõrbetes. Ohukujutust wõib isegi kodus omas toas järele teha kui ühest asjast tulewaid walgusekiiresid ühe kuumaks aetud keha ligidalt mööda lastakse minna. Siis näeme meie ühe asja asemal kaks asja ja üks neist näib ümber pöördud olema.

IV. Taimed ja loomad maisamaa pinnal.

(Fytogeograafia ja zoogeograafia)

Taimede elu tingimistest on kõige tähtsamad: kliima, aluspind, seemnete laialilaotamine, taimede omadus kliimaga ja ülepää ümbrusega äraharjuda.

Taimede elu kohta on walgusel suur tähtsus, sest ainult walguse mõju all muutuwad hlorofüllil abil rohelistes taimedes anorgaanilised ollused orgaanilisteks. Walguse abil lahutab taim söehapet keemiliselt ja walmistab sellest suhkru ning tärklise.

Suurt mõju awaldab taimede päale soojus, sest ilma oma soojuseta saawad nad soojust oma ümbruselt. Alla teatud temperatuuri (umbes 5° C.) ja teatud piirist (umbes 40° C.) kõrgema temperatuuri juures jääb taime elutegewus soiku. Wäga madal ja wäga kõrge temperatuur häwitawad taimede protoplasma, millest taime elu äraoleneb. Temperatuuri ülemmäär on õhuniiskusega ühenduses. Wäga kuiwa õhu juures wõib isegi palju madalam temperatuur mõnele taimele kahjulik olla (25° C.).

Kolmas kõigi taime osadele wäga tarwilik tegur on wesi. — Ka tuul mängib taimede elus suurt osa: ta rohkendab taimedes olewa niiskuse äraauramist, murrab oksid ja tüwi ning kisub isegi terwed taimed maa seest wälja, teiselt poolt aga kannab ta taimesigimiseks tarwilikku lilletolmu õielt õiele ja laotab seemneid laiali.

Taimedel on ka suur kohanemisewõime, s. t. nad wõiwad uute kliimaoludega ära harjuda ja elutingimiste kohaselt oma keha ja ta üksikute orgaanide tegewust korraldada. Nii koguwad mõned kõrbes kaswawad taimed oma lehtedes ja teistes osades eeterlikka õlisid, mis wäga jõudsasti

äraaurawad ja selleläbi kuumust vähendawad, teised katawad end paksu nahataolise koorega wõi vähendawad lehtede pinda, seawad lehed serwiti päikese poole jne. — Maapinna wormil on suur tähtsus taimede kohta; taimede elutingimised olenewad sellest ära, kuidas maakohas kõrgendikud ja lausikmaad, maad ja orud waheldawad jne. Aluspind awaldaw mõju taimede pääle oma füüsiliste ja keemiliste omadustega. Mõned taimed wõiwad kaswada ainult lubjasel maapinnal, teised ränikiwisel, kolmandad soolarikkal pinnal jne. Iga tahes kaswab iga taim ühel maapinnal jõudsamalt kui teisel.

Taimestiku wõõd maakera pinnal. Kõige lopsakam ja täielikum taimekasw tärkab maakera pinnal seal elule, kus ta kõige enam soojust ja niiskust saab Säherdust rikast ja mitmekesist taimekaswu wõime poolitaja ümbruses tähele panna. Nabade pool, kus kliima külm on, leiame õige vähe taimi. Niisama waesed on taimekaswu poolst ka need maakohad, kus alati kuiwus walitseb. Sellepärast wõiwad niisugustes kohtades ainult need taimed idaneda, kes kõige vähem soojust ja niiskust tarwitawad. Mõned taimed, näit. kuused, ei wõi troopikawõõs soojuse ja niiskuse pärast mitte edeneda, kuna teised, näit. palmid, põhjamaa külma kliimat sugugi wälja ei kannata.

Nagu kliima poolst, niisama wõime maakera pinda ka taimestiku poolst mitmesse wõösse ehk ringkonda jagada.

I. Nabamaa wõõ taimekasw on õige kehwa ja kidur. Määratumad lagendikud, nõnda nimet. tundrud, mis Põhja-Jäämere kallastel asuwad, pakuwad ainult sammat. Puid tundrus harilikult leida ei ole, sest et talw liig külm on ja maapind lühikese suwe ajal millalgi ära ei suuda sulada. Ainult kohati kaswawad mõned kidurad pürsad ehk tarnapuud ja liiwapajud. Mõnes kohas leidub ka soomarju: murakaid, pohla ja kuremarju.

II. Okasmetsade wõõ asub tundrust lõuna pool. Siin kaswawad suured männi- ja kuusemetsad, mida Siberis taigaks kutsutakse. Neis metsades asuwad suuremalt jaolt ühesugused puud: männid, kuused, Saksamaa kuused ja teised okaspuud, mis lehtede asemel kogu aasta läbi nõelasarnaseid okkaid kannawad (ainult Saksamaa kuusk ajab okkad talweks maha).

Selle metsade ringkkonna lõunapoolses jaos, kus kliima pehmem on, kaswawad ka kase- ja hawapuud, mõnes kohas weel pihlakad, toomingad, lepad ja pajud. Need puud sünnitawad õige ilusaid segimetsa-salku.

Okasmetsade ringkonnas külwatakse suwewilja, s. o. niisugusid taimi, mis suwe jooksul walmis saawad: kaeru, otre ning kaswatakse kartulid.

III. **Lehtmetsade wõõ** on puuseltside poolest rikas. Siin kaswawad tammed, pärnad, künnapuud, kased, wahtrad, saared ja bukipuud.

Selles wõõs wõib talwewilja maha teha, s. o. niisugusid taimi, mis sügisel maha külwatakse, aga teisel aastal walmis saawad. Pääle selle hoolitsetakse ka wiljapuude eest. Põhjapoolsemad põlluwiljad on siin rukis, oder ja kaer, aga lõunapoolsemad — nisu ja hirs. Teistest kasulikkudest taimedest olgu põhja pool lina ja kanep, lõuna pool jälle wiinapuu, suhkrunairis, mooruspuu ja tubakas nimetatud.

IV. **Alatihajasmetsade ringkonnas** on taimekasw õige rikkalik. See metsade-ringkond asub paraja wõõ lõunapoolsemas jaos. Siin kosuwad mirdid, õlipuud ja kõrgitammed. Need puud ei kaota talweks lehti ära, waid wahetawad neid wanaduse järele alati uute wastu. Leidub ka okaspuuseltse, nagu küpress ja wellingtonia. Wiimne puu kaswab Põhja-Ameerikas, Waikse okeani kaldal. Teda nimetatakse ta suuruse pärast ka mammutipuuks (kuni 300 jalga kõrgel).

Pääle ülewalnimetatud taimede kaswatakse selles wõõs ka riisi, maisi, apelsini, mandli- ja sitronipuid, puuwilla- ja theepõõsast (Aasias). Kadatlipalm wõib siin edeneda.

V. **Rohtlaante ja kõrbete wõõ**. Nendesamade laiusekraadide all kui alatihajasmetsade ringkond leiame laialisi maakohti, kus niiskust nii wähe on, et puud ülepää mitte kaswada ei saa, waid ainult rohi, wõi kus taimekaswu üldse ei ole.

Donau jõe ääres, Musta, Aasowi ja Kaspia mere põhjapoolsel rannal, niisama ka Siberi-Turani lausikmaal ja Kesk-Aasia kiltmaal laotawad ennast rohtlaaned ehk stepid laiali. Kuiwa kliima pärast pole siin üksikuid puud, suuremaid põõsaid ega metsasalku näha, waid määratu lagendikku katab mehele rindu ulataw rohi.

Kewadel, kui lumi rohtlaanes ära sulab, tärkab maa seest palju lille üles. Pärast hakkab kõwade lehtedega rohi kaswama, mis suwel ära kuiwab. Maa sisse tekiwad siis lõhed ja tuulispask keerutab tolmu üles. Sügisel, kui wihma sadama hakkab, lõõb rohi uuesti haljendama.

Põhja-Ameerikas kutsutakse rohtlaani Mississipp jõe-konnas preriadeks, aga Lõuna-Ameerikas — Paraná jõe ümbruses — pampasteks.

Rohtlaante naabruses on ka niisugusid kohti olemas kuhu meretuul väga harwa või mitte sugugi niiskust ei too. Seesugusid vihmawaeseid kohti (kõrbeid) leiame põhja-poolkeral Aafrikas (Sahaara ja Liibia kõrbe), Aasias (Araabia, Iraani kiltmaal ja Goobi) ja Põhja-Ameerikas, ning lõuna-poolkeral Lõuna-Ameerikas (Atakaama), Lõuna-Aafrikas (Kalahaari) ja Austraalias. Seal sisaldavad suured lagendikud, kõrbed, enamasti liiwa, sawi ja ümmargusi kiwa. Ainult kohati leidub kõwa ja kuiwa rohtu ning niisamasugusid põõsaid, õige pikkade juurtega, millega taimed omale sügawatest maakihetidest toitu imewad.

VI. Troopikametsade wõös on taimekasw korrapäraliste vihmasadude ja kuumuse mõjul kõige lopsakam ja toredam. Siin kaswawad datlipalm, kookuspalm, baobab ehk pärdiku-leiwapuu, saagopalm ja bambusepilliroog.

Teistest kasulikkudest taimedest, pääle datli- ja kookuspalmide, olgu weel nimetatud: baananipõõsas ehk paradiisi-wiigipuu, kohwipuu, suhkrupilliroog, kakaõ-, hiina- ja leiwapuu.

Troopikametsas kaswawad mõnes kohas puud nõnda ligistikku, et ainult kirwega teed raiudes edasi võib minna. Tihti on puud tapusarnaste taimedega läbi pununud, mis endid puutuwede ja oksade ümber palmitsewad. Maapinda katab alaline hämarus, sest et päikese kiired kunagi seesugusesse padrikusse ei tungi. Õhk on niiske ja lämmastaw.

Ülemineku astmeks rohtlaante ringkonna ja troopikametsade wõo wahel on sawannid, rohuga kaetud tasandikud, kus ka siin ja seal üksikud puud ja põõsad kaswawad.

Nagu maakera pinnal nabade poolt ekwaatori poole taimestik muutub, nii muutub taimestik ka mägede külgedel.

Mäejalal ja madalamatel mäekülgedel kaswawad need samad taimed, mis ümberkaudseteski kohtades leida on. Paraja wõo mägede madalamaid külgi ehiwad harilikud leht- ja alatihaljaspuud, kuna troopikawõös palmipuud ja teised sooja maa taimed kaswawad.

Sellest wõöst kõrgemal mühawad juba okasmetsad. Nendele järgnewad aasad, kus suwel lopsakad rohud ja kirju-õielised lilled kaswawad. Puid ei ole siin mitte leida, sest et õhk liig külm on.

Kõrgetel mägede latwadel ei ole enam muud näha kui lund ja jäälugustikka ning paiguti ka paljaid kaljuseinu, mis lume kinnihoidmiseks liig järsud on.

Loomad. Nagu taimed nii seisawad ka loomad kliima mõju all. Kuna aga iga taim ainult seal võib idaneda, kus

ta oma kodumaa tunneb olewat, ei ole loomade edenemise-põlw mitte nõnda kitsasse piirisse pandud. Mõned loomad wõiwad ka niisugustes maades elada, kus suwise ja talwise kliima wahel suur wahe on. Talwel kannawad metsloomad palju paksemat karwa kui suwel; sel põhjusel ajawad nad aasta jooksul ka kaks korda karwa, kewadel ja sügisel. Sedasama wõime ka lindude juures tähele panna. — Sellepärast awaldab kliima suurt mõju ka loomade pääle. Iseäranis suurel mõõdul oleneb loomade elu ära õhu koosseisust, temperatuurist ja niiskusest, niisama ka walgusest. Igal loomatõul on teatud temperatuur olemas, mis tema eluawaldustele kõige kohasem on, nõnda nim. t e m p e r a t u u r i o p t i m u m. Näit. elawad mõned wäiksed wähejataolised loomad kuumades allikates, kus weetemperatuur kuni 90° pääle tõuseb kuna mõned putukad jää pääl elawad. Loomadel on mõned abinõud käepärast, et ennasti liia külma ja kuuma wastu kaitsta. Üks jagu elajaid, näituseks: sisalikud, konnad, tigud, putukad ja ussikesed peidawad endid meie maal talwel, aga soojas wõos suwel puujuurte ja kiwide alla jne., kuna teine jagu maa sisse poeb. Ühtlasi heidab suurem hulk siis kauemaks ajaks unele — kas kewadeni wõi sügiseni. Mõned linnud jälle rändawad talweks soojale maale; näituseks: kured, ööpikud, pääsukesed ja mitmed teised.

Loomastiku ringkonnad maakera pinnal. Nõnda on elajaid olemas, kes külmas, parajas ja soojas kliimas wõiwad elada. Aga siiski on külmas, parajas kui ka palawas kliimas oma elajad, keda teistes kliimades mitte ei leidu. Pääle selle on tähele pandud, et mitmesugustes maakohtades, kus ühesugune kliima on, isesugused loomad elawad. Loomastiku järele jagatakse maisamaa pinda kolme loomade riiki: W a n a m a a i l m a, U u e m a a i l m a ja P õ h j a m a a i l m a loomade riigid¹⁾. Wana maailma loomade riik on nagu maakera keskaja mannermaa jätis madala edenemiseastmele seisma jäänud loomastikuga. Mõlemate teiste loomade riikides on loomad kõrgemal edenemiseastmel, uue maailma loomad on aga wanemad, kuna põhja maailma loomad kõige kõrgemal edenemisastmel asuwad.

Wana maailma loomade riiki kuuluwad Austraalia mannermaa ja saared. Neljajalgsetest leiame siin ainult imetajate ja roomajate wahelüli esitajaid, lindelajaid (nokksiili ja nokkelajat) ja kukkurloomi. Kukkurloomadest on taimesööjad kanguru'd kõige suure-

1) нотогейское, неогейское и арктогейское царства животныхъ.

mad, kuna kiskjad elajad, nagu kukkurhunt j. t. vähemad on. Osalt väga imelikka linde on selles loomade riigis palju, nagu papagoid, mustad luiged, paradiisilinnud, menuurad ehk kannelsabad, Aafrika jaanalindude sarnased ilma tiibadeta kasu aarid ja t. Tähelepanemise-wäärt on Uuel-Meremaal inimeste läbi ärähawitatud hiiglasuured tiibadeta jooksjad linnud moa'd. — Selles loomade riigis leiame ainult madalal edenemiseastmel seiswaid neljajalgseid sellepärast, et Austraalia maakera kesk-ajajärgust saadik teistest maailma-jagudest mere läbi lahutatud on.

Uue maailma loomade riiki kuulub Lõuna- ja Kesk-Ameerika ühes Antilli ja teiste naabruses olewate saartega. Siin on palju enam imetajaid kui eelmises loomade riigis, kuid nad on wördlemisi wäiksed, ning nende kõrwal leidub ka weel kukkurloomi (opossu m). Nime tamise-wäärt on siin mürajad ja terawa küüntega ahwid, kiskjatest jaguar'id ja puuma'd, sõrajalgstest — laama'd ja pääle selle laiskelajad, pika ninaga sipelgakarud, luukilpidega kaetud wööelajad ja t. Lindude ilm on siin väga rikas. Tähele on panna tiibadeta suur nandu, tuukan ehk pipralind, kõige suurem kaljukull kondor ja kõige wäiksem lindude seast koolibri.

Põhja-maailma loomade riiki jagatakse 6 ringkonda. Kõige wanem oma loomastiku poolest on Madagaskari ringkond (Madagaskar ja naabruses olewad saared). Neljajalgseid imetajaid ei ole siin ka suured. Tähelepanemise-wäärt nende seast on poolahwid (lemuurid), kolmislademiku ajajärgu loomad. Sellel ajajärgul oli Madagaskar Aafrika mannermaaga ühenduses, hiljemalt katkestati ühendus, ning Aafrikas on need wana aja loomad ära kadunud, kuna neid Madagaskaris weel praegu leidub. Kuid lindudest on endised hiiglasuured linnud uue ajal ka otsa lõppenud — Aafrika ehk Ätioopia ringkond ulatab Sahaara kõrbest kuni Aafrika kõige lõunapoolsema tipuni. Siia kuulub ka Araabia poolsaare lõunapoolsem osa. Selles ringkonnas leidub kõige suuremaid neljajalgseid imetajaid maa pääl: ahwidest — shimpanse, gorilla ja paawian, kiskjatest elajatest — lõwi, leopard, huään ja t; sõrajalgsetest — jõehobused, kaelkirjakud, antiloo pid ja t, kõige suuremad loomad on siin suurte kõrwadega elewant ja kahe sarwega ninasarwik. Jõgedes asuwad suured krokodillid. Nende kõikide loomade jätiseid leiame meie Euroopa ja India kolmislademikus, sellepärast

arwatakse, et need loomad kolmislademiku ajajärgus ida poolt Aafrikasse on tulnud, siis kui Aafrika Indiaga maisamaa läbi ühendatud oli.

Ida- ehk India ringkonda kuuluvad Hindustani ja Indo-Hiina poolsaared, lõunapoolne Hiinamaa, Sunda ja Filippiini saared. Loomastik on siin Aafrika omaga väga sarnane. Inimesesarnastest ahwidest on siin orang-utan'id ja gibbon'id nimetada, kiskjatest — tiigrid, leopardid, karud, sõrajalgetest — põdrad, ninasarwikud; kõige suurem loom on siin elewant. Lindudest olgu siin kirjud papagoid, fasaanid ning paabulinnud nimetatud. Kihwtistest madudest ja krokodillidest ei ole siin puudu. Siin leidub ka kõige suuremaid mitmewärwilisi liblikaid.

Euroopa-Aasia ringkond asub Wanas maailmas ja wõtab oma alla, okaspuude wõöst pääle hakates, terve Euroopa, Aasia (Lõuna-Araabia, India ja Indo-Hiina wälja arwatud) ja põhjapoolse Aafrika jao kuni Sahaara kõrbeni. Et see ringkond väga suur ja taimekaswu poolest väga mitmekesine on, siis leidub ka siin isesugusid loomi. Kiskjate elajate hulka loetakse siin karu, hunti, rebast, nirkki, kärpi ja tuhkurat. Pääle selle elutsewad siin weel närijad elajad, nagu: orawad, jänessed ja kobrased, kuna kabjaelajaid küllalt leida on, nagu: metskitsed, põdrad, hirwed ja metssead. Ka lindudest pole mitte puudu. Igal pool leidub palju tetri, mõtuseid, laanepüüsid ja nurmkanu.

Rohtlaantes elutseb palju hiiri ja teisi wäikseid närijaid, kuna Aasia steppides kahe küüruga kaamelisi ja metseeslid leidub. Euroopa rohtlaantes on kabjloomad juba ära häwitatud, aga Aasia steppides ja põhjapoolses Aafrika jaos on neid küllalt.

Kõrbetes elawad just needsamad loomad, mis rohtlaantes, ja pääle selle weel hulk mitmesuguseid sisalikkaid. Kõik need elajad, loomad, linnud ja sisalikud on rohelist ehk punakat karwa ja lähewat oma wärwi poolest kõrbe pinnaga ühte.

Koduloomaks kõrbes, niihästi Aasias kui ka Aafrikas, on kahe ja ühe küüruga kaamel. Mägede pääl, kus metsad juba ära lõppewad, elutsewad mäe- ja kaljukitsed, kuna lindudest mäekullid ja tallekotkad nimetatud olgu.

Põhja-Ameerika ringkond wõtab oma alla Põhja-Ameerika. Ta hakkab okasmetsade wõöst pääle ja ulatab kuni Florida ja Kalifornia poolsaarteni. Selles ringkonnas on paras kliima. Et Põhja-Ameerika ainult kitsa Beringi mereläbi Aasiast lahutud on, mis talwel kinni külmas,

siis seisawad mõlemad maailma-jaod ühenduses. Wanal ajal, kui Beringi merd arwatawasti mitte ei olnud, sünnitasid Põhja-Ameerika ja Aasia ühe ainsa mannermaa. Sellepärast elawad ka Põhja-Ameerikas peaaegu niisamasugused loomad kui Euroopa Aasia ringkonnaski, nagu pöder ja karu. Meie pruunikat karu tulawad siin must ja hall karu, metshärgi — biisonihärjad, metssigu — isesugune tõug metssigu meelde. Leidub ka niisugusid loomi Põhja-Ameerikas, kellel Euroopa-Aasia elajatega mingisugust sarnadust ei ole, nagu metskalkunid ja latsujad maod.

Seal, kus kliima palaw, on ka loomade riik mitmekesisem ja rikkam.

Nabamaa ringkond wõtab oma alla Põhja-Jäämere, Euroopa, Aasia ja Ameerika tundrud. Nendel elatel, kes Põhja-Jäämeres ja tema kallastel elutsewad, on naha all suuremalt jaolt paks raswakord, mis loomi külma eest kaitseb, sest et nendel alati külmas wees tuleb olla. Nende loomade liiki loetakse merehobust, hülget, walaskala ja jääkaru, ja lindude hulka — klookaid (eiderparta) ja merekajakaid.

Tundru elajad ja loomad, nagu: põhjapõdrad jäärebased, walged jänessed, walged öökullid ja lumekanaad, kätawad ennast talweks paksude karwadega ehk walgete sulgedega. Need loomad, kes endid taimedest toidawad, nagu lumekanaad ja walged jänessed, wõiwad oma walge karwa poolest ruttu waenlase eest ära põgeneda, kuna teisil, nagu jäärebastel ja walgetel öökullidel, kergem on saaki kätte saada.

Inimene maakera pinnal.

(Antropogeograafia).

Looduse kõige täielikum olewus on inimene. Ta wõib igas kliimawöös elada, mõistab külma ja palawusega wõidelda, põldu harida, kultuuritaimi kaswatada, koduloomi soetada, majasid ehitada jne.

Seal, kus maapind wiljasigitaw ja loodus rikas on, elab inimesi palju rohkem kui kõrbetes ja nabamail. Tundrutes, Sahaara ja Goobi kõrbes leiame wähe inimesi, kuna Hiina ja Hindostani lausikmaal neid õige paksult elab. Pääle selle ei ole mitte ainuüksi wiljasigitawal maapinnal

ja rikkal loodusel elanikkude tiheduse kohta tähtsust, waid ka inimeste mõistusel looduse-andidega ümberkäimises. Sellepärast elab Euroopas rahwast tihedamalt kui üheski teises maailma-jaos.

Maakera pääl arwatakse umbes 1 600 000.000 elanikku asuwat. Sellest arwust elab Aasias 840 milj., Euroopas — 425 milj., Afrikas — 180 milj., Ameerikas — 150 milj. ja Austraalias — 7 milj.

1 □-kilom. pääle tuleb Euroopas 45 inimest, Aasias — 20 inim., Aafrikas — 4 5, Ameerikas — 7, Austraalias — 1.

Inimeste rändamise ja asumise pääle mõjuwad tegurid.

Maakera tiirumise tõttu ümber päikese ja maakera telje wiltuse oleku tõttu orbiita kohta on maakera pinna üksikutel osadel wäga mitmesugune temperatuur. Nagu taimedel ja loomadel, nii on ka inimesele elamiseks teatud soojus waja, millepärast meie kõige külmemates maakohtades, maakera rabede ümbruses, inimeste eluasemeid ei leia. Niisama ei leia meie ka inimeste eluasemeid kõrgete mägede otsas, igawese lume piirkonnas ja jääliugustikkudel.

Soojuse kõrwal on inimesele elamiseks ka wet tarwis kas sademete wõi jõgede näol. Wäheste sademetega maakohtades elab ka wäga wähe rahwast. Kus jõed maapinda niisutawad ja läbikäimist üksikute maakohtade wahel wõimaldawad, seal elab ka rahwast tihedamalt.

Tuttaw on mere külgetõmbamise wõim inimeste kohta. Kõik maakohad, kus inimesi tihedamalt elab, on kas mere lähedal ehk jõgede läbi merega ühendatud.

Ka wõiwad üksikutes maakohtades tähtsaid warandusi leiduda, mis inimesi suurte hulkadena sinna meelitab. Näit. ilmusid rikka kulla leidude tõttu Kaliforniasse ja Austraaliasse tuhandete kaupa inimesi. Portugaallasi meelitasid kallid kaskanahad Siberi kõige kaugematesse maakohtadesse ja prantslasi — kabeljaukala New-Foundlandi saarele.—Suuresti oleneb rahwa tihedus ka tema hariduse ja edenemise astmest. Nii wõib kuskil maakohas kõikide kõrgema kultuuri abinõudega warrustud rahwast wäga tihedalt elada, kuna sealsamas ennemal ainult mõned looma- ning kalapüüdjate perekonnad ennast ära elatada suutsid.

Rahwa tõud. Kuni wiimase ajani jagati inimesi nende naha karwa, juukste ja päáluu kuju järele 5 tõugu, (walge, kollane, punane, pruun ja must tõug), nagu seda 18. aastasajal looduseteadlased ettepannud oiid. Rahwa tõud jagati pääasjalikult keele põhjal suguharudesse. Kuid meie aja teatus on selle jagamise wiisi kõrwale heitnud, sest ühest küljest oli wõimata mitmeid rahwad ühte ülewal nimeta-

tud tõugu mahutada ja teisest küljest ei wõi rahwa keele järele teda ühe ehk teise suguharu juurde arwate, sest sagedasti on rahwad teise rahwa keele omandanud ning oma päriskeele ära unustanud (bulgaarlased, normannid Prantsusmaal, Italias ja m., frankid Prantsusmaal ja-mitmed teis. r.).

Meie aja teadus wõtab inimeste jagamise aluseks rahwatõudesse inimeste naha karwa, juukste kuju ja pääluu wormi kõrwal kõike kehaehituse mitmesugusid tundemärke, nagu habemekaswu, nina wormi, silmade karwa ja wormi, kaswu suurust ja m. Rahwaste läbikäimise tõttu üksteisega ning nende kooselamise tõttu ei ole tõutundemärke üksikute inimeste juures mitte selgesti näha, sellepärast peab wõimalikult suure inimeste arwu juures kõike tõutundemärke uurima, et iga rahwa kohta iga tundemärgi keskmist arwu kätte saada. Näit. rahwa kaswu suurust leida, on waja wõimalikult palju täiskaswanuid inimesi mõõta, ning keskmine leitud arw oleks selle rahwa kaswu suurus (pikkus). Need uurimised on aga ainult wiimasel ajal alganud ja pääasjalikult Euroopas Euroopa rahwaid on siis ka juba rahwa tõudesse katsutud jagada. Need katsed on aga ka näidanud, kui keeruline see töö on. Teadusemeeste poolt soowitatud rahwaste jagamise katsetest tõudesse toome näituseks Deniker'i poolt awaldatud. See õpetlane jagab terwet inimesesugu 13 tõusse, mis omalt poolt 30 suguharusse jagunewad. Siin ei ole aga kõige uuemaid Euroopa rahwaste seas tehtud uurimisi mitte palju tähele pandud.

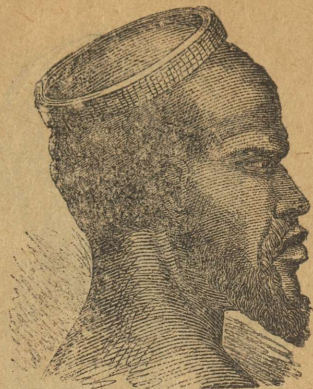
Need 13 rahwatõud oleksid järgmised :

1. wõsainimesed (wõsainimesed ja hottentotid);
2. neegrid (neegrid, bantud, akká);
3. melaneeslased (papuad);
4. negriitod;
5. austraallased;
6. ätiooplased;
7. tõmmunahalised (aarialased, araablased, berberlased, semiitid);
8. helenahalised (skandinaawlased, karjalased);
9. uraalo-altailased (soomlased, laplased, ungarlased, tatarlased ja mõn. teis. Türgi soost rahwad);
10. ainod;
11. India saarlased (polüneeslased, malailased);
12. mongoolisarnased (mongoolid, tungusid, eskimod);
13. indiaanlased.

(Denikeri järele)



I. Wõsainimene.



II. Neeger.



III. Melaneeslane;



V. Austraallane.



VI. Ätiooplane.

(Denikeri järele).



Indiaalane



Berberlane.

VII, Tõmmunahalised,

VIII. Helenahaline.
Suur-Wenelane.XI. Indiaaarlane.
Malailane.XII. Mongoolisarnane.
Hiinlane.

XIII. Indiaanlane.