

TUDOMÁNYOS GYŰJTEMÉNY

2

ÁLTALÁNOS FÖLDRAJZ

I. KÖTET

I. RÉSZ: A LEVEGŐ

II. RÉSZ: AZ OCEÁN

32 ÁBRÁVAL

IRTA

CHOLNOKY JENŐ

EGYETEMI NY. R. TANÁR



PÉCS

BUDAPEST

A DANUBIA KIADÁSA

1923

M. T. AKAD. KÖNYVTÁRA

Növedéknapló

1931. évi 887. sz.

TARTALOM:

BEVEZETÉS	1
I. RÉSZ. A LEVEGŐ	5
I. Fejezet. A légkör összetétele és méretei	5
II. Fejezet. A levegő hőmérséklete	13
A) A levegő hőmérsékletváltozásának okai	13
B) A levegő hőmérsékletének eloszlása vertikális irányban	19
C) A hőmérséklet földrajzi eloszlása	30
D) A hőmérséklet napi és évi járása	35
III. Fejezet. A levegő nyomása és mozgása	40
A) A légnyomás	40
B) A szél	45
C) A nagy földi cirkuláció	49
D) A monzún	53
E) A mérsékelt égövi ciklónok	59
F) Lokális szelek	62
IV. Fejezet. A levegő nedvessége és a csapadék	66
A) Páratartalom és nedvesség	66
B) A pára kicsapódása	68
C) A levegő lehűlésének okai	72
D) A felfelé szálló légáramlások	75
E) A fön-tünemény	80
F) A csapadék földrajzi eloszlása	86
G) A csapadék évi ingadozása	89
V. Fejezet. A klimatikus tájkép-típusok	92
Irodalom	100

II. RÉSZ. AZ OCEÁN	— — — — —	102
I. Fejezet. Az oceánok elhelyeződése, méretei	— —	102
II. Fejezet. A tenger vize és a tengerfenék lerakódásai		108
III. Fejezet. A tengervíz hőmérséklete	— — —	115
IV. Fejezet. A tenger mozgásai	— — — — —	119
A) A hullámozás	— — — — —	119
B) Áramlások	— — — — —	125
C) Az árapály	— — — — —	131
Irodalom	— — — — —	140

BEVEZETÉS.

A Föld gömbölyű égitest, szabadon lebeg a világ-
térben, de kényszerpályán mozog, mert a Nap tömeg-
vonzása arra kényszeríti, hogy a Naptól 149 millió
kilométer közepes távolságban, évenként egyszer
körülkeringjen. Közel van hozzá a Hold, közepesen
385.000 km. távolságban, jóval távolabb a többi
bolygó s az álló csillagok már olyan messze vannak,
hogy távolságukat már csak a fényugár sebességé-
vel tudjuk érthetőbben kifejezni. A legközelebbi álló-
csillag mintegy 3 fényévnnyi távolságban van tőlünk,
azaz a fényugár onnan három év alatt jut el hoz-
zánk. Ez a legközelebbi. A többiek sokkal messzebb
vannak s a térnek ismert határa nincs.

A Földet még a legközelebb lebegő Holdtól is
nagy üresség választja el. Ennek az ürességnek
nincsenek anyagi tulajdonságai, mégis áthatolnak
rajta bizonyos energiák. Eljut hozzánk a tömeg-
vonzás a Napról s a Földet bezárt pályán keringeni
kényszeríti. Eljut a tömegvonzás hozzánk a Hold-
ról is s ennek engedelmeskedik a tenger vize, ami-
kor az árapály két hulláma körüljár a Földön. A
többi bolygó tömegvonzása csak jelentéktelen pályá-
háborgatásokat okoz.

De az ürességen keresztül megkapjuk a Nap és
a többi égitest felszínéről kiáramló, vagy visszaverődő

fénysugarakat, hősugarakat, mágneses, elektromos stb. sugarakat s ezek mind hatnak Földünkre.

Nem vagyunk tehát elhagyatva, bár üres körülöttünk a tér, de ezt az ürességet, amelyen mégis energiák áthatolnak, nem tudjuk megérteni.

Földünk a kisebb bolygók közé tartozik; alakja lapult gömbhöz, szferoidához áll közel, de nem egészen szabályos szferoida. A Föld szilárd és cseppfolyós halmazállapotú tömegének határa az ideális, elméleti földfelszín. Ez egybeesik az oceánok közepes felszínével s a szárazföldeken képzeletben úgy állíthatjuk elő, ha a tenger színéről kiindulva alagútakkal képzeljük behálózva a kontinensek tömegeit, még pedig az alagútakat olyan nivóban kell képzelnünk, hogy beléjük nyomulhasson a tengervíz, de ne töltsen meg őket az alagútak boltozatáig. Így ezeken az alagútakon végig hajózhatnánk képzeletben. Az alagútakban folytatva képzelt tengerszint volna a Föld szilárd és cseppfolyós halmazállapotú részének elméleti felszíne. Ettől számítjuk az egyes földi pontok tengerszint fölötti magasságát és a tengerek mélységeit. Ez a felszín nem zár be szabályos szferoidát, azért a tőle bezárt alaknak külön nevet adunk, ez legyen a *geoida* (földalak).

A *geoida* felszínén felül vannak még a hegyek, továbbá a levegőnek majdnem egész tömege.

A Föld belseje (centroszféra) még ismeretlen, de igen nagy fajsúlyú anyagokból, valószínűleg leginkább vasból van. Hőmérséklete igen magas. Fölötte valóságos salak-kéreg (lithoszféra) helyezkedik el.

Salaknak mondhatjuk, mert legnagyobb részét kovácsavból van. A szilárd kérget részben víz borítja (a hidroszféra), s végül az egészet körülveszi, mint legkülső szféra az atmoszféra. A három utóbbi szférán bonyolódik le az élet, itt élnek a növények, az állatok és az ember. Ezeket külön szférának tekinthetjük, s bioszférának vagy organoszférának nevezhetjük.

A Föld méreteiről álljon itt ez a néhány számadat:

A Föld fél nagytengelye	Bessel szerint	6,377.397 m.
A Föld fél kistengelye	" "	6,356.079 "
A közepes földszög	" "	6,370.283 "
Az egyenlítő hossza	" "	40,070.376 "
A lapultság kereken		1 : 299.

A fizikai földrajzban tárgyalt tűnemények felől való gondolkozásunk közben elegendő, ha megjegyezzük, hogy a közepes földszög kereken 6370 km, az egyenlítő és minden meridiánus hossza kereken 40.000 km. és a lapultság kereken 1 : 300. Jó még megjegyeznünk, hogy egy fok az egyenlítőn, vagy a meridiánuson mérve, szintén kereken 111 km. (Ezeknek pontos értéke Bessel szerint: egyenlítői fok 111.306·6 m., meridiánus-fok: 111.120·6 m.).

Földünk minden szférájában igen bonyolult tűnemények játszódnak le. A centroszférában robbanás-szerű események történnek, ezek okozzák a földrengéseket. A szilárd kéreg különféleképpen terheli a centroszférát, azért belőle forró anyagok, sőt megolvadt kőzetanyagok is bukkannak a felszínre, de úgy látszik, hogy maga a centroszféra még soha-

sem tört ki a felszínre. A szilárd kéregben roppant erők működnek a térfogatváltozások miatt, azért itt keletkeznek a hegycsúcsok, völgyek, kontinensek és oceáni medencék. A hidroszféra már egészen nyughatatlan, mindenféle áramlások és hullámozások nyugtalanítják. Éppen így, folyton mozog az atmoszféra is. A bioszféra mutatja a legkomplikáltabb jelenségeket, az életet.

A Földdel és a Földön lejátszódó tüneményekkel foglalkozik a földrajz. A földrajz a Földről készíti a rajzot, de indokolt, hű képet. A képhez hozzátartozik a tünemények leírása is, természetesen szintén okadatolással.

A földi tüneményekkel általában foglalkozik az *általános földrajz*, a földi tünemények földrajzi eloszlásával a *leíró földrajz*. Ez a kettő egymás nélkül nem lehet meg. Az első az analízis, a másik a szintézis módszerét használja leginkább. Mivel a tünemények a szervetlen és a szerves világban játszódnak le s mivel még a mai állapot értelmezésére sokszor a múltba kell visszanyulnunk, azért a földrajz kénytelen minden tudomány leszűrt eredményét felhasználni, hogy a Földről jó, hű és indokolt képet nyújtson. Azért a földrajz a legáltalánosabb, legszebb tudomány, valósággal koronája minden tudománynak.

Az általános földrajzot aszerint, hogy melyik szférával foglalkozik, szintén részekre kell bontanunk. A centro-, litho-, hidro- és atmoszférával foglalkozik a fizikai földrajz, a növény- és állatvilág-

gal az általános növény- és állatföldrajz s végre az emberrel az általános emberföldrajz vagy antropogeografia.

Könyvünket is ezek szerint rendezzük be s a következő részekre osztjuk:

- I. Atmoszféra. A levegő fizikai földrajza.
- II. Hidroszféra. A tengerek fizikai földrajza.
- III. Lithoszféra. A szilárd kéreg fizikai földrajza.
- IV. Centroszféra. A Föld belsejének fizikai földrajza.
- V. Általános növényföldrajz.
- VI. Általános állatföldrajz.
- VII. Általános emberföldrajz.

A könyvet csak úgy lehet sikeresen használni, ha mindig kezünk ügyében van a jó térkép-atlasz, sőt a magyar példák nélkülözhetetlenné teszik az 1 : 75.000-es mértékű részletes térképeket is.

I. RÉSZ.

A LEVEGŐ.

I. Fejezet.

A légkör összetétele és méretei.

A levegő legnagyobb részt oxigéniumból és nitrogéniumból álló gáz. Megszakítatlan burkolat alakjában veszi körül a Földet. A levegő, mint minden gáz, határtalanul kiterjedne és elszéledne a világ-

térben, ha nem tartaná fogva a földi nehézkedés. A nehézkedéssel szemben irányul tehát a levegő kiterjeszkedése.

Mivel a felsőbb rétegek az alsókat terhelik, az alsó légrétegek a legsűrűbbek s a sűrűség fokozatosan csökkenik fölfelé s végül a levegő éles határ nélkül, végtelen finom eloszlásban szűnik meg a világter felé.

A levegőben, amily magasságig az ember hozzáférhet, van 21 térfogat oxigénium, körülbelül 78 térfogat nitrogénium és 1 térfogat argónium és rokon-gázok. Az argónium és a hozzá rokon metargónium stb. a nitrogéniumhoz nagyon hasonló gázok, földrajzi jelentőségük alig van.

Nagyobb magasságokban, 20—30 km.-en felül, úgy látszik már más a levegő összetétele s megjelenik nagyobb mennyiségben a hidrogénium. Ennek spektruma tűnik föl a hulló csillagok fényében. 80 km. magasságon felül még más gáz is jelentkezik. Színképe semmi ismert gázhoz nem hasonlít; ezt geokoróniumnak nevezték. Nagyon gyér, alig mérhető, de a hulló csillagok a súrlódás következtében már kigyulladnak benne. A hulló csillagokon végzett mérések tanúsága szerint még 200 km. magasságban is elég sűrű gáz veszi körül Földünket, hogy a rettenetes sebességgel érkező meteorok a súrlódás következtében izzóvá legyenek. Ezek a magas rétegek a Föld életében csak kevés szerepet játszanak, de ne felejtjük el, hogy valóságos védőburok, amely a meteorokat nem engedi a Föld felszínére jutni.

Ennélkül a meteorok igen sok kárt okoznának a Földön, többet, mint a villámcsapások.

Az alsóbb légrétegekről még a következőket kell tudnunk:

Az oxigénium nehéz gáz, igen könnyen egyesül nagyon sok más elemmel. Az oxigéniummal való egyesülést *égésnek* nevezzük, az elemeknek vagy gyököknek oxigéniummal való vegyületét *oxidoknak* nevezzük. Az egyesülés rendszeren hő- és fénytüneményeket okoz, azért az oxidáció folyamatát felhasználja az ember melegítésre és világításra. A legtöbb ismert elem s az oxigénium-mentes vegyületeknek nagy része is oxidálható, de az oxidáció bevezetéséhez bizonyos fokú hőmérséklet kell. Ezt nevezzük a *gyulladás* hőmérsékletének. Néha az oxidáció oly rohamos, hogy katasztrófát okoz (tűzvész).

A nitrogénium ezzel szemben nagyon rideg gáz. Nagyon nehezen egyesül más elemekkel s ha egyesült is, igen rohamosan válik ki és adja át helyét az oxigéniumnak. A nitrogéniumnak ezt a tulajdonságát használjuk föl robbanó anyagok készítésére (lőpor, nitroglicerina, lőgyapot, dinamit, azót stb.).

Az oxigénium feltétlenül szükséges az emberi, állati és növényi élet fenntartásához. De tiszta oxigéniumban gyorsan elroncsolódnék szervezetünk. Szervezetünk ahhoz a hígításhoz alkalmazkodott, amelyet az indifferens nitrogénium hozott létre.

A levegő csak normális földi összetételében (21 térfogat oxigénium, 78 térfogat nitrogénium stb.) tarthatja fenn az emberi életet. Ha az oxigénium

mennyisége csak 3%-kal megváltozik, akkor már a levegő nem alkalmas az emberi élet állandó fenn tartására. Mivel pedig a valószínűségi számítás elvei szerint a világűr kétségtelenül nem végtelen számú csillagai közt lehetetlen, hogy még egy égitest felszínén éppen ilyen összetételű gáz legyen, azért bátran elmondhatjuk, hogy a Földön kívül az ember más égitesten meg nem élhet.

A felsorolt állandó összetevőkön kívül mindig vannak a levegőben változó mennyiségben előforduló gázok és egyéb anyagok is. Ezek közül sohasem hiányzik a *vízgőz* és a *széndioxida*, vagy *szénsavgáz*. A többi, esetleg előforduló anyagot *szennyező* anyagoknak nevezzük.

A *vízgőz* a levegőnek igen fontos, változó mennyiségű összetevője; a legfontosabb földrajzi elemek közé tartozik, azért külön fejezetben fogunk vele foglalkozni.

A *széndioxida* (CO_2) rendszeren 0.03 térfogat-százalékban van jelen a levegőben, tehát 100 m³ levegőben 30 liter, de egy keveset változik, rendszeren több télen (30.4 l.) és kevesebb nyáron (29.2 l.).

A széndioxida nem mérges gáz ugyan (mert különben nem ihatnánk szódavizet), de nagyobb mennyiségben belélegezve ártalmas, ha pedig a széndioxida kiszorította valamely helyiségből a nála jóval könnyebb levegőt, akkor belefulladásunk, mint a vízbe. A Föld belsejéből vulkáni kitörések alkalmával, de a szénsavas források és a szénsavgáz-kitöré-

sek (mofették) helyén is sok széndioxida jut a levegőbe.

Újabban a szénsavgáz segítségével magyarázzák a földi éghajlat-ingadozásokat. A szénsavgáz ugyanis a fényes sugarakra nézve jól átlátszó, de a sötét sugarak nehezebben tudnak rajta keresztülhatolni. Olyan időkben, amikor sok szénsavgáz van a levegőben, akkor a Föld a Nap sugárzását ugyan könnyen megkaphatja, de a Föld melegének a világtér felé való kisugárzását akadályozza. Ezért ilyenkor a Föld fölmelegszik, még a sarkvidékeken is melegéővi éghajlat lesz. Ha ellenben a szénsavgáz kifogy a levegőből, akkor a Föld felszíne kihűl.

Erős hegyképződések, vulkáni működések idején sok széndioxida kerül a levegőbe, utána tehát fölmelegszik a Föld s dús növényzet lepi el még a sarkvidékeket is. A növényzet aztán a széndioxidát kihasználja a levegőből s a Föld ismét kihűl s esetleg jégkorszak következik be.

A szennyező anyagok közül leggyakoribbak az ammoniak (NH_3), a salétromsav, kénsav, hidrogénium, mocsárgáz stb. A mocsárgáz, vagy metán (CH_4) a növényeknek vízben való bomlásából származik. Könnyű, színtelen, szagtalan gáz, a levegőben meggyulladhat és eléghet. Levegővel keveredve robbanással oxidálódik. A mocsarak iszapját kissé feltúrva, mindig látjuk buborékok alakjában felszállni a metánt. Esetleg, foszforvegyületekkel együtt kerülve a levegőbe, meg is gyulladhat s talán ez okozza a „lidércfényt”. Tengeri iszapokban, az elhullott mikro-

organizmusok lassú desztillációja következtében nagy mennyiségben keletkezhetik mocsárgáz. Ha ez valami gázt át nem eresztő rétegboltozatban meggyűlik, akkor fűrésszel feltárható. A Föld belsejéből feltörő, tengeri eredetű mocsárgázt földgáznak vagy földi gáznak nevezük. Pennsylvániában, Californiában, Argentínában, Németországban, Erdélyben stb. nagy mennyiségben találják.

A többi szennyező anyag közül még nagy földrajzi jelentősége van a *pornak*. Kétféle légköri port különböztetünk meg. A durva por nem más, mint finom homok. Viharok szokták felragadni s messze elszállítani. Az ilyen por aztán megfesti a havat, esetleg feltűnően sárossá teszi az esőt.*)

* 1896. februárius 25.-ét megelőzőleg a deliblái homokpusztán oly erős SE, kossava-szél dühöngött, hogy a szemben fekvő községeket valósággal elárasztotta a finom homok. Még a dunántúli vármegyékben is erősen megfestett hó hullott. (Term. Tud. Közl. 1896. 147. l.).

1901. március 11.-én a Szaharából származó, finom homok hullott, esővel vegyesen Siciliában, Napoliban stb. De felhúzódott Észak-Olaszországon, Krajnán és Németországon át Skandináviába. Hazánk nyugati részén egész Budapestig szintén észlelték. Aránylag igen gyorsan haladt. Március 10.-én reggel Palermóban, Innsbruckban, Grazban és Zágráiban, 11.-én Münchenben, Linzben, Bécsben és Pécsen, 11.-én délben Brunn—Selmezbánya vonalán, d. u. 4 óra tájban Prága—Krakkó vonalán s a következő éjjel Poroszországban észlelték. (Földtani Közlöny 1901. 148. l.; Hellmann és Meinardus: Der grosse Staubfall von 9. bis 12. März, 1901 in Nordafrika, Süd- und Mitteleuropa. — Berlin, 1901. Abh. d. k. Preuss. Met. Inst. Bd. II. No. 1.).

Ennél a durva pornál sokkal állandóbb szennyezője a levegőnek az a finom, alig észlelhető nagyságú szemekből álló por, amely mindig, minden időjárás idején konstatálható a levegőben. A sötét szobába kis résen át behatoló napsugárban látjuk táncolni ezt a finom port.*)

A levegő porának tulajdoníthatjuk az optikai tűnemények egy részét, de fontos szerepe van a csapadék képződésében is, amint látni fogjuk. Végül a levegő pora, mivel szerves anyagokat is tartalmaz, az ember szervezetére is befolyással lehet.

Fodor József vizsgálatai szerint Budapest levegője 5 m. magasságban a Föld felszíne felett átlag

*) A por azért lebeg a levegőben, mert nagyon kicsinyek a porszemek, tehát köbtartalmukhoz képest igen nagy a felületük. A gömb átmérője legyen d , akkor köbtartalma $V = \frac{1}{6} d^3 \pi$, felülete $F = d^2 \pi$. Ha ezt a gömböt 1000 darab kisebb gömbre daraboljuk, akkor egy ilyen kis gömb térfogata lesz $v = \frac{1}{6000} d^3 \pi$. A kis gömb átmérője, p kiszámítható, mert $v = \frac{1}{6} p^3 \pi = \frac{1}{6000} d^3 \pi$, tehát $p^3 = \frac{1}{1000} d^3$, tehát $p = d/10$. Eszerint egy-egy kis gömb felülete $f = p^2 \pi = \frac{1}{100} d^2 \pi$ az 1000 kis gömb összes felülete 1000-szer ekkora lesz, tehát $1000 f = 10 d^2 \pi$. Amíg egyetlen gömb volt, addig felülete $F = d^2 \pi$ volt, most mint ezer kis gömbé éppen 10-szer akkora, míg köbtartalma, tehát súlya is ugyanaz maradt. A levegőhöz való súrlódás a felület nagyságától függ, tehát az ezer kis gömb tízszer olyan súrlódást szenved, mint az egyetlen gömb. A búzaszem gyorsan le hull a levegőből, de mint liszt csak lassan, mert súrlódása sok ezerszeresen nagyobb. A gömb térfogata az átmérő harmadik hatványának, a felülete csak második hatványának arányában csökkenik, tehát kis testeknek aránylag igen nagy felülete van.

0.4 milligramm port tartalmazott egy m^3 -ben. (1878—79-ben.) Voltak benne baktériumok, penészgombák stb. Aitken skót fizikus ügyes szerkezettel meg is számlálta a levegőben lebegő porszemek számát s tapasztalta, hogy:

Edinburghban, derült időben, egy köbcentiméterben 45,000 porszem van.

Edinburghban, borús időben, egy köbcentiméterben 250,000 porszem van.

Közönséges szobában, lámpagyújtás előtt egy köbcentiméterben 426,000 porszem van.

Ugyanott 2 óra múlva 2 gázláng meggyújtása után, egy köbcentiméterben 46,000.000 porszem van.

A Hyères-szigeteken egy köbcentiméterben 3550—25,000 porszem van.

A Rigi Kulm (Svejc) levegőjének egy köbcentiméterében 210—2000 porszem van.

Tehát legporosabb és legegészségtelenebb a szobalevegő s legtisztább a hegycsúcsok és a tengeri szigetek levegője. Ezért ajánlják az orvosok a tüdőbajosoknak.

A levegő általában annál porosabb, minél szárazabb az idő s minél gyorsabb a fölmelegedés. A talajjal érintkező légrétegek legelőször melegednek föl s ezek ragadják magukkal, fölemelkedésük közben a finom port. Hosszantartó szárazságok után a levegő annyira tele lesz porral, hogy a kilátás alig élvezhető, minden elhomályosodik. Az első eső ismét megszabadítja a levegőt a portól.

II. Fejezet.

A levegő hőmérséklete.

A) A levegő hőmérsékletváltozásának okai.

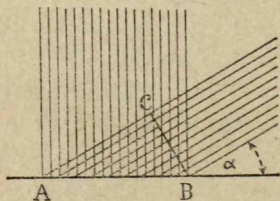
A levegőre hat a Nap sugárzó melege, a Föld belsejének vezetett melege és esetleg a világtérből és más csillagokból származó meleg. Mindegyik elhanyagolható, csak a Nap sugárzása lényeges és úgy szólván minden hőnyereség innen származik.

A levegő maga a napsugarak legnagyobb részét átveszi, csak keveset vesz magába, keveset abszorbeál. Az abszorbeálás képessége függ a levegő sűrűségétől és szennyezettségétől. Legjobban abszorbeálja a kék és viola sugarakat, legkevésbé a vöröset. Ezért a lenyugvó Napról már csak a sárga, majd csak a vörös sugarak érkeznek hozzánk.

A levegőt a Nap nem is közvetlenül, hanem közvetve melegíti föl, t. i. először a Föld felszínét s a levegő a Föld felmelegített felszínével való érintkezés következtében melegszik föl. Ha a levegő abszorbeálását nem számítjuk, akkor a napsugarakra merőleges felszínnek minden négyszögcentiméterére másodpercenként 4 grammkalória meleg jut.*) Ez igen tekintélyes melegmennyiség. Ha a földfelszín a napsugaraktól nyert meleget nem sugározná megint azonnal ki, a világtér felé, akkor néhány óra alatt a szikla hőmérséklete magasan a 100° fölé emelkednék ott, ahol a Nap magasan jár az égen.

* Egy grammkalória annyi meleg, amennyi egy gramm víznek egy fokkal való följebbmelegítéséhez szükséges.

Természetes, hogy olyan helyen, ahol a napsugarak nem jutnak merőlegesen a Föld felszínére, ott egy négyszögcentiméter területre nem is jut ennyi meleg, hanem (1. ábra) annál kevesebb, minél ferdebbek a sugarak. Ha a napsugarak hajlásszögét α -val jelöljük, akkor az 1. ábrán látható rajz szerint könnyen megérthetjük, hogy AB területre csak $AB \sin \alpha$ sugármennyiség jut. Minél kisebb az α , annál kisebb a $\sin \alpha$, tehát annál kevesebb az AB területre jutó sugárzás.



1. ábra. A ferde sugarak viszonya a merőlegesekhez.

nyáron is alacsonyan jár körül az égen. Viszont nem szabad felednünk, hogy a magasabb földrajzi szélességeken nyáron nagyon hosszú ideig tartanak a napalok és így sokáig tart a napsütés. Ennek az a geográfiai következménye van, hogy még igen hideg vidékeken is megéri nyáron néhány természetett növény, pl. a gabona.

A mérsékelt égövön a hegyek déli (illetőleg a déli féltekén északi) lejtője sokkal több sugárzást kap, mint az északi (ill. déli) lejtő. Ez az oka annak

Ennek következtében legtöbb sugárzást kap a forró égöv, mert ott jutnak legmeredekebben a Nap sugarai a Föld felszínére, legkevesebbet kapnak a sarkvidékek, hisz ott az év egy részében — a póluson pontosan fél évig — nem is kel föl a Nap s még

hogy nálunk a legkitünőbb bortermő helyek rendszeren a hegyek déli lejtőjén vannak, az északi lejtők pedig erdők. Különösen jó példa erre Badacsony, Somlyó stb. balatonparti vulkán. Ha a hegy általános lejtője pl. 10° , ez a napsugárzás tekintetében annyit jelent, hogy az illető hely annyi napsugarat kap, mintha 10° -kal délebbre volna.*) Ez természetesen nem azt jelenti, hogy az illető helyen a levegő hőmérséklete is olyan, mint a 10° -kal délebbre fekvő helyeken, mert hisz a környezet nem enged meg ilyen fölmelegedést, hanem a növény, különösen a szőlő erősen megérzi a talajnak ezt az erős fölmelegedését, azért terem az ilyen helyen olyan erős, jó bor. A Balaton északi partján emelkedő hegyek déli lejtőin bőven terem a mandula, őszi barack, fügefa stb. különben mediterrá-neus termékek.

A hegyeknek észak felé fordult lejtője viszont annyival kevesebb sugárzást kap, mintha annyi szélességi fokkal volna északabbra, mint ahány fokos a lejtő. Sőt nyári időben még kevesebbet, mert rövidebbek a nappalok, mint északabbra. Ezért a hegyek

* A Badacsony déli lejtőjének szőlővel beültetett része meglehetősen meredeken lejt a Balatonra. A lejtő hossza (térképen, tehát vízszintes vetületben) 1200 méter, a legmagasabb, még művelés alatt álló rész mintegy 200 m. magasan van a tó felett. Tehát a lejtő x hajlásszögére nézve $\tan x = \frac{200}{1200}$, amiből $x = 9^{\circ} 28'$. Ez annyit jelent, mintha Badacsony nem a $46^{\circ} 50'$ földrajzi szélességen volna, hanem a $37^{\circ} 20'$ szélességen, tehát Cataniában, Siciliában, vagy Xeres de la Frontera táján, Dél-Spanyolországban.

északi lejtőit rendszeren erdő borítja (pl. a Hegyalján, a balatonparti, budai hegyekben stb.)

A Föld felszínére jutott napsugár nem egyformán melegíti föl a felszínt, hanem a felszín anyagi minősége szerint különbözőképpen. Sötét, homályos tárgyak leggyorsabban fogadják be a napsugarakat, pl. a fekete szikla (bazalt); ezzel szemben a fényes, vagy fehér felületű dolgok kevésbé (pl. a mészkő). Lényegesen függ a felmelegedés minősége attól is, hogy milyen jó melegvezető az illető közet. A jó melegvezető közet mélyebb rétegben melegszik át a napsugarak hatására, a rossz vezető csak egészen a felszínen.

De legfontosabb tudnunk azt, hogy az anyagoknak különböző *fajmelege* vagy hőkapacitása van. A fajmeleg mértéke az a melegmennyiség, amely az illető anyag egy kilogrammjának 0° -ról $+1^{\circ}$ -ra való fölmelegítéséhez szükséges. Egy kilogramm víz 0° -ról $+1^{\circ}$ -ra való felmelegítéséhez 1 kalória meleg kell, azért azt mondjuk, hogy a víz fajmelege 1.

Minden más ismert anyagnak kisebb a fajmelege, mint a víznek. A vas fajmelege csak 0.11, a kőzeteké általában 0.2—0.3, tehát egy kalória melegmennyiség egy kilogramm vizet csak egy fokkal tud feljebb melegíteni, míg egy kilogramm követ 4—5^o-kal, egy kilogramm vasat 9^o-kal! Ez az oka annak, hogy forró nyári napon a kő is meleg ugyan, nálunk is felmelegszik 50^o-ra, de a vasdarabot nem lehet megfogni, olyan meleg, mert hőmérséklete a 70—80^o-ot is eléri. A Szaharán a sötét kősziklák is elérik ezt a hőmérsék-

letet, a kitett vasdarab pedig majdnem forráspontig melegszik föl.

A víz és a kőzetek közt mutatkozó nagy fajhő-különbség a legfontosabb geográfiai következményekkel jár.

A Nap egyformán hinti sugarait a tengerparton a szárazföldre is, meg a tengerre is. A tengervízbe mélyen benyomulnak a napsugarak, hisz tudjuk, hogy a fénysugár még 400 m. mélyre is lehatol a tenger vizébe. Így tehát a tengervíznek vastag rétegében oszlik el a besugárzott melegmennyiség. Azonkívül a tenger vize, nagy fajmelege miatt aránylag nem melegszik magas hőmérsékletre, de azért nagyon sok meleg rejlik benne.

A szárazföld talajának csak vékony rétege melegszik át, de kis fajheve miatt igen magas hőmérsékletre.

Mármost a levegő az alatta levő talajtól nyeri a melegét. A tengervíz nem magas hőmérsékletű, tehát nem tudja a levegőt felmelegíteni, viszont a szárazföld felszíne magas hőmérsékletű, tehát ugyanilyen hőmérsékletre felmelegíti a vele érintkező levegőt is. Melegedés idején tehát a szárazföld fölött a levegő sokkal gyorsabban melegszik, mint a tenger fölött.

De azután a Nap lemege s a földszín is, meg a tenger is sugározza ki melegét a világtér felé. A kisugárzás intenzitása a sugárzó test és környezetének hőmérséklete között fennálló különbséggel arányos. A magas hőmérsékletű szikla gyorsan sugározza ki a benne rejlő, kevés, vékony rétegben felhalmozott me-

leget, tehát gyorsan kihül. A vastag rétegben, nem magas hőmérsékletre melegedett tengervíz csak lassan sugározza ki a benne felhalmozódott sok meleget. Tehát ilyenkor, hűlés idején a tenger melegebb, mint a szárazföld, sőt a különbség igen tetemes lehet.

Ezért nyáron a szárazföld levegője melegebb, mint a tengeré, télen pedig a szárazföld levegője hidegebb, mint a tengeré. A szárazföldek fölött tehát sokkal nagyobb hőmérséklet-ingadozásokat észlelhetünk, mint a tengeren. A szárazföldön nagyobb a napi és nagyobb az évi ingadozás, mint a tengeren. Ezért megkülönböztetünk már csak ebből a szempontból is, tengeri (océánikus) és szárazföldi (kontinentális) éghajlatot.

A szárazföld talajában a hőmérséklet ingadozása nem hat le mélyen, a napi ingadozás még egy fél méterre sem, az évi ingadozás 2—2.5 m.-re.

A fölmelegedett felszín nem csak akkor sugározza ki melegét, amikor nem kap már besugárzást, hanem a besugárzás ideje alatt is, amint hőmérséklete magasabb, mint környezetéé. A besugárzás és kisugárzás tehát együtt is működnek. A besugárzás maximuma délben van, amikor a Nap legmagasabban jár. A kisugárzás maximuma akkor van, amikor a talaj felszínének hőmérséklete legnagyobb. Egész délután 2 óráig a besugárzás nagyobb, mint a kisugárzás, tehát egész 2 óráig emelkedik a hőmérséklet. Ekkor a kisugárzás már olyan erős, hogy egyensúlyt tart a hanyatló besugárzással, tehát rövid ideig a hőmérséklet nem változik. Azután már a kisugárzás erősebb, mint

a besugárzás, tehát a hőmérséklet ezentúl csökkenik s a csökkenés egész napfelkeltéig tart.

A hőmérsékletnek ezt a szabályos járását csak derült időben észlelhetjük. Ha borús az idő, akkor a besugárzás is kisebb, de a kisugárzás is egészen más. Éjjel a felhők felé kisugárzott meleget a felhők visszafogják, visszaverik s a Föld felszíne nem hűl ki olyan gyorsan, mint derült időben. Ezért nem kell félni borús időben, borús, felhős éjszakán a májusban különben gyakori és kártevő éjjeli fagyoktól.

Még meg kell jegyeznünk, hogy a Nap felszíne nem mindig látszik egyforma mennyiségű meleget kisugározni. A Napfoltok gyakorisága 11 éves periódust mutat s úgy látszik ezzel szoros kapcsolatban van a sugárzás minősége és mennyisége. Talán még egyéb periódusai is vannak a napsugárzás intenzitásának s innen származnak az időjárásban mutatkozó, többé-kevésbé periódusos ingadozások is.

B) A levegő hőmérsékletének eloszlása vertikális irányban.

A levegő általában legmelegebb a Föld felszínén és fölfelé mind hidegebb és hidegebb. Rendesen, normális viszonyok közt azt tapasztaljuk, hogy százméterenkint fölfelé egy fél fokkal alacsonyabb a levegő hőmérséklete. Ha pl. a Föld felszínén 20° a hőmérséklet, akkor 100 m. magasan 19.5 , 200 m. magasan 19° , 1000 m. magasan 15° , 2000 m. magasan 10° és 4000 m. magasságban 0° . Ez a normális. Ezt

nevezzük a hőmérséklet közepes vertikális eloszlásának. Ha pl. különböző állomások hőmérsékleteit össze akarjuk hasonlítani egymással, nem szabad csak a leolvasott hőmérsékleteket egyszerűen, nyersen összehasonlítani, hanem azokat a tenger szintjére kell *redukálni*. Tegyük fel pl. hogy az egyik állomás (A) 100 m. magasan van a tenger szintje felett, s a leolvasott hőmérséklet mondjuk 19.5° . A másik állomás (B) 400 m. magasan van a tenger szintje felett s a leolvasott hőmérséklet legyen 18.5° . A két hely időjárásának tanulmányozása közben nagyon helytelenül járnánk el, ha ezeket az adatokat ilyen nyersen hasonlítanánk össze. Ebből az következik, hogy B állomáson hidegebb időjárás van, mint A állomáson. Pedig ez tévedés. Redukáljuk mindkettőt a tenger szintjére, úgy hogy minden 100 m. magasságnak megfelelően 0.5° -kal növeljük a hőmérsékletet. Akkor A állomás redukált hőmérséklete 20° , B állomásé ($4 \times 0.5^{\circ}$ -kal több mint a leolvasott, tehát) 20.5° . Így hát tulajdonképpen B állomáson melegebb időjárás van, mint A állomáson. Egyes helyek éghajlatával, az időjárás helyzetével stb. csakis ilyen módon jöhetünk tisztába.

A levegő hőmérsékletének vertikális eloszlása azonban nem mindig normális. Nem mindig észleli a felszálló léghajó vagy repülőgép, hogy minden 100 méterrel magasabban $\frac{1}{2}^{\circ}$ -kal van hidegebb. Néha sokkal nagyobb, néha sokkal kisebb a különbség.

Mielőtt ennek a kérdésnek további tárgyalásába bocsátkoznánk, tudnunk kell, hogy mi történik azzal

a levegőtömeggel, amit képzeletben a magasba emelünk. Képzeljük el, hogy valamiképpen kényszeríteni tudnánk egy csomó levegőt, hogy az fölfelé emelkedjék. Útközben ne kapjon kívülről meleget, de ne is veszítsen el semmiféle meleget. Tehát csakis a föl-emelt levegőtömeg belsejében végbemenő változásokat tanulmányozzuk. Az ilyen emelkedést *adiabatikus* emelkedésnek nevezzük.

Tudnunk kell, hogy az adiabatikusan emelkedő levegőtömeg emelkedése közben mind kisebb és kisebb nyomás alá kerül, mert hisz a légnyomás fölfelé csökkenik. A nyomás csökkenésével arányosan, az emelkedő levegőtömeg *kiterjed*. Ezért feszül meg emelkedés közben a léghajó gömbjének burkolata, mert a benne levő gáz a nyomás csökkenésével arányosan *kiterjed*. A Gay-Lussac—Boyle—Mariotte-féle törvény értelmében a kiterjeszkedő gáz kiterjedésével arányosan *lehül*. Így tehát az *adiabatikusan emelkedő levegőtömeg emelkedése közben mindig kisebb és kisebb nyomás alá kerül, ennek következtében kiterjed, kiterjeszkedése következtében lehül.*

A tapasztalat azt mutatja, hogy az adiabatikusan emelkedő levegőtömeg *minden száz méternyi emelkedésével egy-egy fokkal lehül.*)* Ugyancsak ki mondhatjuk, hogy az adiabatikusan süllyedő légtömeg *minden 100 méternyi süllyedésével egy-egy fokkal felmelegszik.*

Rendkívül nagy fontosságú törvény ez, a leg-

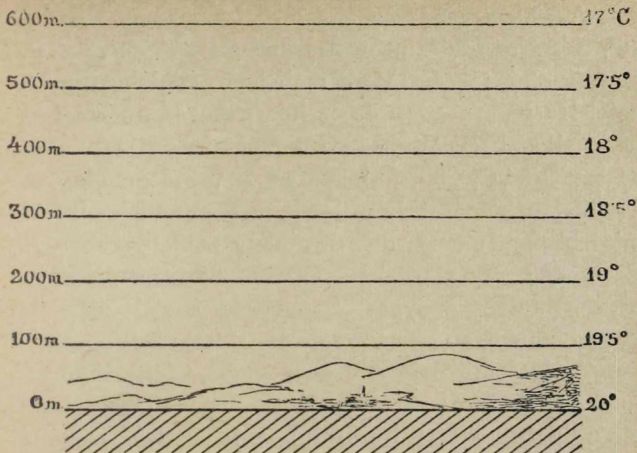
*) A valóságban nem pontosan egy fokkal, hanem körülbelül 0.98^o-kal, de kerekén mondhatjuk, hogy egy fokkal.

több, geografiaiailag és az ember életére nézve jelentékeny meteorológiai tüneteknek ez az oka. Azért ezt nagyon meg kell értenünk.

Már most tudva azt, hogy mi történik az emelkedő és süllyedő légtömegekkel, vizsgáljuk meg, hogy mi lesz a sorsa az emelkedő, vagy süllyedő légtömegeknek, ha a hőmérséklet vertikális irányban különféleképpen van eloszolva.

Tegyük fel először, hogy a levegő hőmérsékletének vertikális eloszlása olyan, hogy minden 100 méterrel feljebb éppen 1° -kal alacsonyabb a levegő hőmérséklete. Ebben az esetben a fölemelt levegőtömeg mindig olyan hőmérsékletű lesz, mint a környezete, tehát akárhol szabadon eresztjük, ott megáll, magától nem emelkedik tovább és nem is süllyed vissza, mert hisz mindig olyan hőmérsékletű, tehát olyan sűrűségű is, mint környezete. Ezért a légkörnek ilyen állapotát *neutrális állapotnak* nevezzük.

Tegyük most föl, hogy a levegő hőmérséklete vertikális irányban úgy van eloszolva, hogy minden száz méternyi magasságkülönbségnek egy foknál *kisebb* hőmérsékletkülönbség felel meg. Vegyünk fel számbeli példát (2. ábra). Tegyük fel, hogy a Föld felszínén $+20^{\circ}$ a levegő hőmérséklete, 100 m. magasan 19.5° , 200 m. magasan 19° , 300 méterben 18.5° és 400 m. magasan 18° stb. Emeljünk föl most valami légtömeget adiabatikusan. A földszinten hőmérséklete 20° , 100 m magasan 19° lesz, 200 m. magasan 18° , 300 m.-ben 17° , 400 m.-ben 16° , stb. 400 m.-ben eresztjük szabadon a fölemelt légtömeget. Mivel hőmér-



2. ábra. Stabilis légköri állapot.

séklete csak 16° , a környezet hőmérséklete pedig feltevésünk szerint 400 m. magasságban 18° , tehát 2° -kal hidegebb, mint környezete. Hidegebb, tehát sűrűbb, tehát nem maradhat meg ezen a helyen, hanem elkezd visszafelé süllyedni. Amikor 300 m.-re visszasüllyedt, hőmérséklete 17° lesz, tehát még mindig hidegebb mint környezete, ezért tovább süllyed. 200 m.-ben hőmérséklete 18° , tehát még mindig hidegebb környezeténél (19°), tovább süllyed. 100 m.-ben hőmérséklete 19° , környezetéé 19.5° , tehát még itt sem áll meg, hanem süllyed tovább. A földszintre érve, hőmérséklete 20° , tehát olyan, mint a környezete.

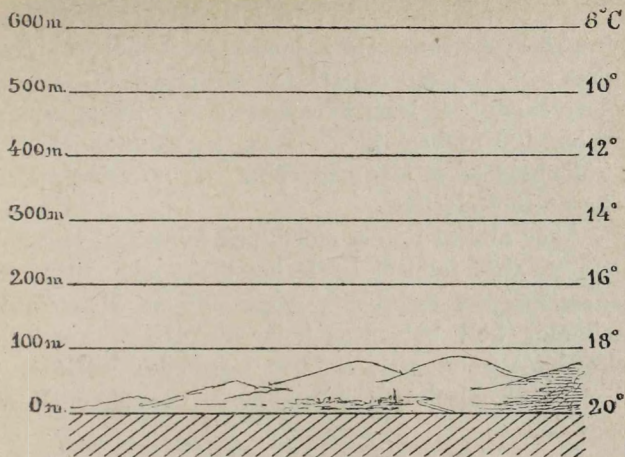
Nyomjunk le most a magasból valami légtöme-

get. A 400 m. magasságban levő levegő hőmérséklete 18° , mire a földszintre lenyomtuk, 22° lesz a hőmérséklete, tehát 2° -kal melegebb, mint a környezete. Ha itt szabadon eresztjük, nem marad meg, hanem elkezdi magától visszaemelkedni. 100 m. magasságban 21° , 200 m. magasan 20° , 300 m. magasan 19° lesz a hőmérséklete, tehát még mindig melegebb, mint környezete (18.5°), úgy hogy még tovább száll. Csak 400 m. magasan lesz a hőmérséklete 18° , olyan, mint a környezetéé, tehát itt megáll az emelkedő légtömeg.

Akár felülről lefelé, akár alulról felfelé mozdítunk ki tehát valami légtömeget, az mindig visszatér eredeti helyére. Felfordulás, felszállás, leszállás tehát nem keletkezhetik. Azért mondjuk, hogy a levegő állapota ilyenkor *stabilis*. De általánosságban is kimondhatjuk, hogy *a levegő állapota stabilis, ha a hőmérséklet vertikális irányban úgy van eloszolva, hogy minden 100 méternyi magasságkülönbségnek egy foknál kisebb hőmérsékletkülönbség felel meg.*

Vegyük föl most a harmadik lehetőséget. (3. ábra.) Tegyük föl, hogy a levegő hőmérséklete vertikális irányban úgy van eloszolva, hogy minden 100 méterrel fölfelé több, mint egy fokkal alacsonyabb a levegő hőmérséklete. Számszerű példában pl. legyen a Föld felszínén 20° , 100 m. magasan 18° , 200 m. magasan 16° , 300 m. magasan 14° , 400 m. magasan 12° .

Most emeljünk fel egy csomó levegőt! A földszinten 20° -os, 100 m. magasságra emelve, hőmér-



3. ábra. Labilis légköri állapot.

séklete 19° lesz. Eszerint tehát melegebb, mint környezete (18°). Nem is kell tovább emelnünk, emelkedik már magától is. 200 m. magasan hőmérséklete 18° lesz, környezetéé 16° , tehát most még melegebb, mint környezete, még gyorsabban emelkedik már magától is. 300 m. magasságban 17° lesz a hőmérséklete; környezetéé 14° , tehát rohan tovább. 400 m.-ben 16° -os lesz, környezete 12° -os, vagyis állandóan nő köztük a különbség, mindig sebesebb és sebesebb lesz a helyéből kimozdított levegőtömeg emelkedése!

Fordítsuk meg a dolgot. 400 m. magasságból nyomjunk le egy csomó levegőt. 300 m. magasságban hőmérséklete egy fokkal magasabb lesz, mint 400

méterben volt, tehát 13° , vagyis 1° -kal kevesebb, mint környezetének (14°) hőmérséklete. Ezért nem állhat meg, hanem magától továbbcsúlyed. 200 m.-ben hőmérséklete 14° lesz; környezetéé 16° . Zuhan tehát tovább. 100 m.-ben 15° -os lesz, környezete 18° -os, a különbség tehát még nagyobb s rohanó sebességgel zuhan a földfelszínre.

Akár alulról fölfelé mozdítunk ki valami levegőtömeget, akár felülről lefelé, az többé nem áll meg, hanem magától emelkedik, vagy süllyed. Egyszóval csak meg kell bolygatnunk a nyugalmat, azonnal felfordulás keletkezik, a felső légrétegek lefelé zuhannak, az alsók pedig rohamosan emelkednek a magasba.

Ezt az állapotot *labilis* állapotnak nevezzük. Általánosságban kimondhatjuk, hogy *a levegő állapota labilis, ha a hőmérséklet vertikális irányban úgy van eloszolva, hogy minden száz méternyi magasságkülönbségnek egy foknál nagyobb hőmérsékletkülönbség felel meg.*)*

*) Matematikai rövideggyel így mondhatjuk el a dolgot. Legyen a Föld felszínén a levegő hőmérséklete T^0 ; m magasságban pedig t^0 . Ha d egynél kisebb, pozitívus számot jelent, és

$$t^0 = T^0 - m/100 (1 - d)^0,$$

akkor az állapot stabilis. Ha

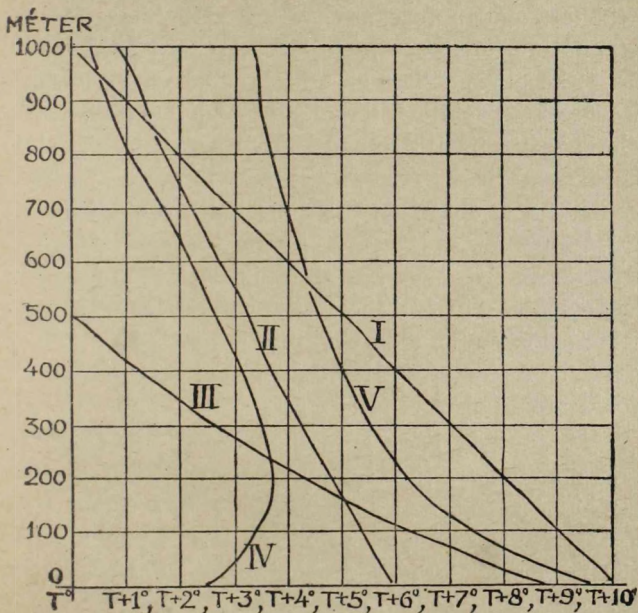
$$t^0 = T^0 - m/100 (1 + d)^0$$

akkor az állapot labilis, és végül ha

$$t^0 = T^0 - m/100 1^0$$

akkor az állapot neutrális. Pontosabb számítások esetén a kerekszámokban felvett 1^0 helyett 0.98^0 -ot teszünk.

A levegő vertikális hőmérsékleteloszlásának ezt a három esetét rajzban is feltüntethetjük. Rajzoljunk



4. ábra. A hőmérséklet vertikális eloszlásának grafikus rajza. I. Neutális, II. stabilis, III. labilis, IV. alul inverziós, V. alul labilis, fönn stabilis állapot.

föl egy vertikális és egy vízszintes vonalat (4. ábra). A vertikális vonalra rajzoljuk föl a magasságokat, a vízszintes vonalra pedig a hőmérsékleteket olyan arányban, hogy 1° hőmérséklet ugyanolyan hosszú darabbal legyen ábrázolva, mint 100 m. magasság.

Ha most minden 100 méterben vízszintes vonalat húzunk és arra felrajzoljuk az illető hely hőmérsékletét, azután ezeknek a vízszintes vonalaknak végpontjait folytonos vonallal összekötjük, akkor 1. neutrális álláspontban ez az összekötő vonal 45° hajlású lesz, 2. labilis állapotban 45° -nál kisebb szög alatt, 3. stabilis állapotban 45° -nál nagyobb szög alatt hajlik.

Sőt a 4. ábrán még egy negyedik vonalat is felrajzoltunk. Ez a levegő normális, reggeli állapotát mutatja be. Ilyenkor a földfelszín közelében *fordított hőmérséklet-eloszlás* (inverzió) szokott lenni. Ez azt jelenti, hogy alul hidegebb van, mint 2—300 m. magasságban. Az inverziós állapotot ellenkező lejtésű vonal mutatja.

Mondottuk, hogy a levegő normális állapota az erős stabilitás. Éjjel és télen normális állapot az alsóbb légrétegekben az inverzió. Ezt a tüneményt a párisi Eiffel-tornyon vették először észre. Ezen a 300 m. magas tornyon meteorológiai állomás van a 123, 196 és 302 m. magasságban. Adataikat össze lehet hasonlítani a St. Maur-park meteorológiai állomásának adataival. Így jöttek rá, hogy ebben a 300 m. vastag, alsó légrétegben az inverzió éjjel és télen normális. A strassburgi főtemplom tornyának észleletei ugyanezt mutatták. De legvilágosabban tárták föl a jelenséget az internacionális ballon-észlelések és a magas hegyi obszervatóriumok.

A szorgos tanulmányok alapján világos lett, hogy a levegő napi és évi ingadozása a legszélsőbb

határok közt ingadozik a Föld felszíne közelében s annál kisebb és kisebb lesz, minél magasabbra emelkedünk. A 10—20 km. magasságban fekvő légrétegek legalacsonyabb hőmérsékletűek általában május hónapban. Ez egyik oka annak, hogy az éjjeli fagyok május hónapban legkönnyebben következhetnek be, mert hisz a kisugárzás intenzitása nagy mértékben függ a sugárzó test környezetének hőmérsékletétől.

A hegyi obszervatóriumok közül különösen a 3106 m. magasan fekvő Sonnblick-obszervatórium, a Gross-Glockner csúcs közelében, a Hohe-Tauern láncon, szolgáltatott sok fontos adatot. — Kétségtelen, hogy a magas hegycsúcsokon sokkal kisebb a napi és évi ingadozás, mint a völgyi helyeken. Igaz, hogy ebben a nagy magasságban mindig hidegebb van, mint a völgyben, de a különbség télen kisebb, nyáron sokkal nagyobb. Azt mondhatnók, hogy a magas csúcsoknak általában oceáni éghajlata van.

Ezzel szemben a zárt völgyek és medencék éjjel és télen erős inverziót mutatnak. Az ilyen zárt, magas hegyekkel körülvett medencékben éjjel és télen hidegebb van, mint a hegyoldalakon, föl egész 1000 méterig. Csak ezen felül hül aztán megint le a levegő normális módon, fölfelé csökkenő hőmérséklet-eloszlással. Különösen híres ebben a tekintetben a klagenfurti medence,*⁾ de éppen ilyen nagy különb-

*⁾ A klagenfurti medence fenekén és a környező hegyeken a következő januárius havi közepes hőmérsékletet észlelték:

Magass.:	Klagenfurt (490 m).	560 m	1065 m	1230 m	2410 m
Jan. k. hőm.:	—6.2°	—5.2°	—3.6°	—4.3	—6.8

ség van a Szepesi és Liptói medencék szélsőséges hőmérsékletjárása és a tátrai, magasan fekvő üdülőhelyek szelíd, enyhe hőmérsékletjárása között.

Mint általános értékű törvényt ki lehet mondani, hogy *egyébként hasonló klíma alatt fekvő helyek közül a domború felszínen fekvők enyhébb, a homorú felszínen fekvő helyek szélsőségesebb hőmérséklet-ingadozást mutatnak, mint az ugyanolyan magasságban, síkon fekvő helyek.*

Hazánkban a legalacsonyabb hőmérsékleteket a botfalui meteorológiai állomás jegyzi. Ez a hely a Barcasági-medence legalacsonyabb részén van, közel ahhoz a helyhez, ahol az Olt folyó elhagyja a medencét. A környező hegyek hideg levegője, mint sűrűbb, nehezebb gáz, valósággal összefolyik ide, a legmélyebb helyre és itt stagnál.

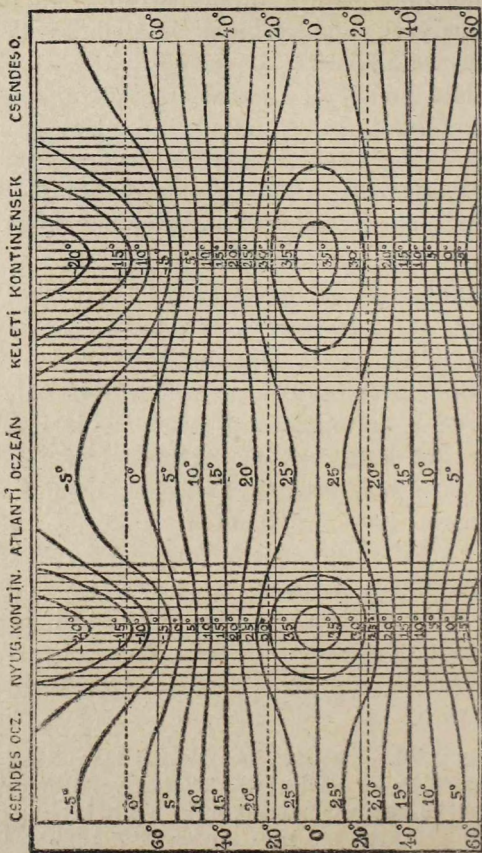
C) A hőmérséklet földrajzi eloszlása.

Tegyük föl, hogy valamely vidéken sok meteorológiai állomás van. Mindegyiken észlelik a levegő hőmérsékletét. Ezeket az állomásokat jegyezzük föl valamelyik térképre. Az állomás helyéhez írjuk most oda az egy időpillanatban leolvasott hőmérsékleteket. A feljegyzett számok közül az egyenlőeket kössük össze folytonos vonallal. Persze kerekszámú hőmérsékletet válasszunk. Ha valamely részén a térképnek nincs ilyen kerek szám, bizonyára vannak olyanok, amelyek nagyobbak, mint a kiválasztott kerekszám és bizonyosan vannak olyanok is, amelyek kisebbek, mint a választott kerek szám.

Ilyen helyen *interpoláció* útján beiktathatunk olyan pontot, amelynek hőmérséklete valószínűleg a felvett kerekszámú hőmérséklet lesz.*) Minden egyenlő hőmérsékletű pontot egymással összekötve, megkapjuk az *izotermát*. Lehet pillanatnyi, napi közepes, havi közepes, vagy évi közepes stb. izotermákat szerkeszteniünk, amelyek a hőmérsékletek földrajzi eloszlását a lehető legkönnyebb áttekinthetőséggel mutatják be.

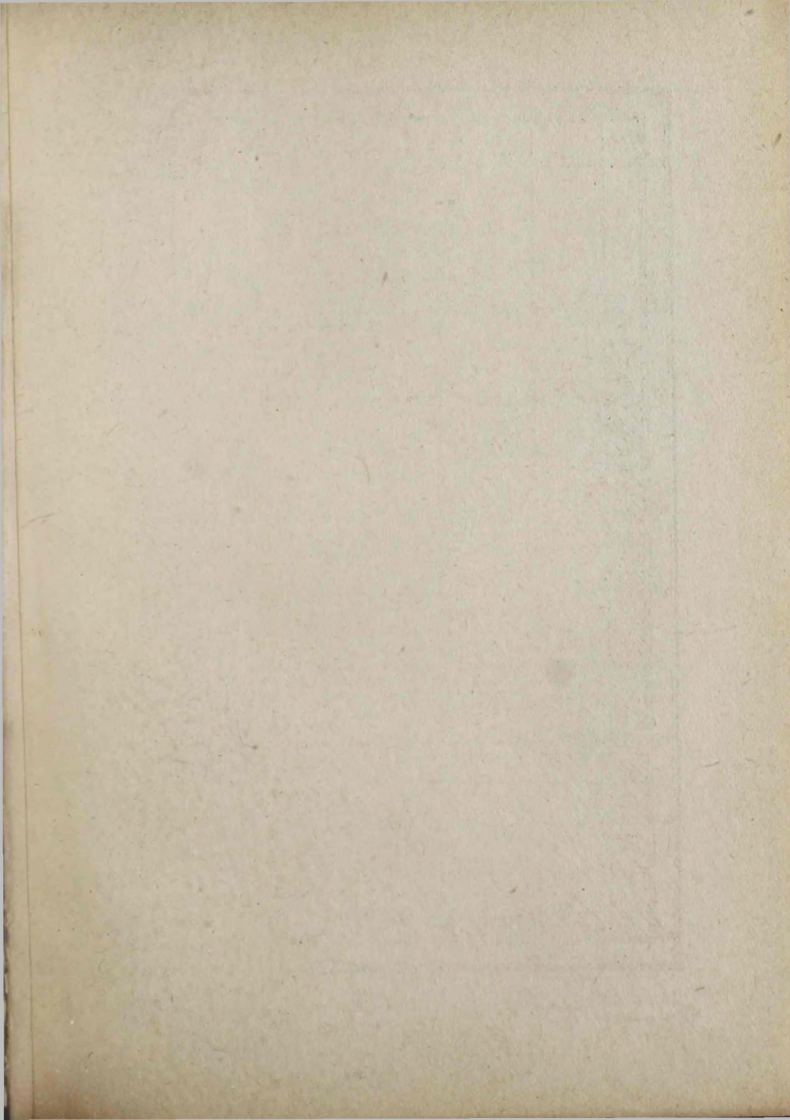
Elméletileg a Föld felszínén a hőmérsékleteknek úgy kell eloszolva lenniök, hogy a forró égöv szárazföldjein találjuk meg a legmelegebb helyeket és a hideg égöv szárazföldjein a leghidegebb helyeket. Az 5. ábrán a bevonalkázott területek jelentsék a szárazföldeket, a fehérek az oceanokat. Az izotermáknak tehát olyanformán kell járnia, mint az 5. ábrán látható. Úgy a déli, mint az északi féltekén körülbelül a 15° hőmérsékletű izoterma egyenes vonalban fut végig a térképen, mert az egész Föld felszínének közepes hőmérséklete körülbelül ekkora. Az egyenlítőtl a sarkvidék felé haladva, a kontinenseken sokkal sűrűbben fekvő izotermákkal talál-

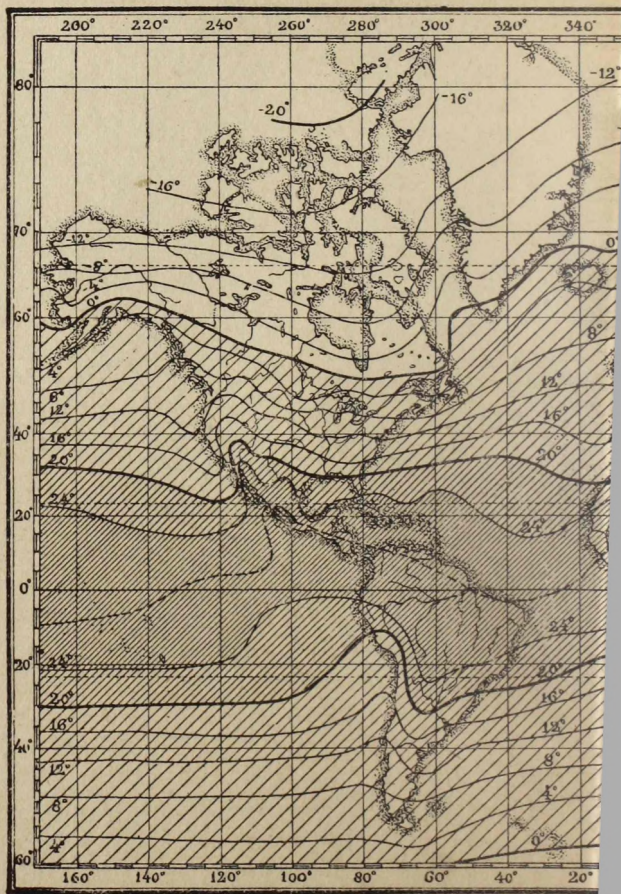
*) Legyen pl. *A* hely hőmérséklete $+20.3^{\circ}$, *B* hely hőmérséklete $+19.4^{\circ}$. A kerekszámú, 20° hőmérsékletű hely bizonyára a kettő közt van. Kössük össze a két helyet egyenes vonallal. A két hely hőmérséklete közt 0.9° különbség van. Osszuk be tehát az *AB* vonalat 9 részre. Az *A* ponttól *B* felé haladva, az első osztáspont hőmérséklete valószínűleg 19.5° , a másodiké 19.6° , a hatodiké 20° , tehát ezen keresztül húzzuk majd az izotermát.

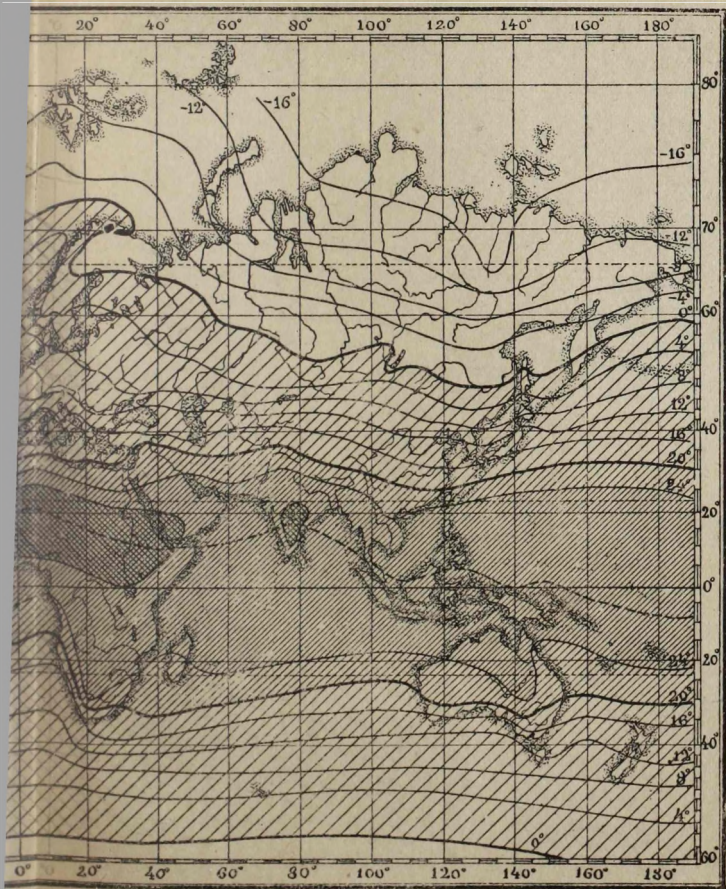


5. ábra. Elméleti, vázlatos, évi közepes izotermák.

kozunk mint az oceánokon, tehát sokkal gyorsabban változó hőcsökkenést észlelhetünk.









Ezt az elméleti térképet összehasonlíthatjuk a valósággal (6. ábra). Valóban, a legmelegebb helyeket az egyenlítő közelében, a szárazföldeken találjuk. De mivel az északi féltekén sokkal testesebbek a kontinensek, mint a délin, azért a legmelegebb helyek kissé az egyenlítőtől északra vannak.

Amerikában Dél-Amerika északi része, Közép-Amerika, de különösen Mexiko déli része rettenetes meleg. Afrikában a Szahara déli része és Szudán, Ázsiában India a legmelegebb.

A leghidegebb helyeket is a szárazföldeken találjuk. Észak-Amerikában Grönland és az arktikus szigetvilág, Ázsiában Kelet-Szibíria a Föld leghidegebb helyei. A déli sarkvidéken az Antarktisz belsejében valószínűleg még alacsonyabb hőmérsékletek vannak, de ott télen még nem volt senki.

A Föld legmelegebb helyeit összekötő vonalat termikus egyenlítőnek nevezzük. Ez is legnagyobb részével az északi féltekén fut.

Észrevehetjük a térképen, hogy a mérsékelt égöveken (0° — 20° izotermák közt) az izotermák legmesszebb járnak egymástól a kontinensek nyugati partjain, legközelebb szorulnak egymáshoz a kontinensek keleti partjain. Ezért a kontinensek nyugati partjai oceanikus, keleti partjai kontinentális éghajlatúak. Ennek az az oka, hogy, amint majd tanulni fogjuk, a mérsékelt égöveken állandó nyugati szél uralkodik s ez az oceanok levegőjét és éghajlatát szállítja a kontinensek nyugati partjaira, s a kontinensek szélsőséges éghajlatát tolja a keleti partok

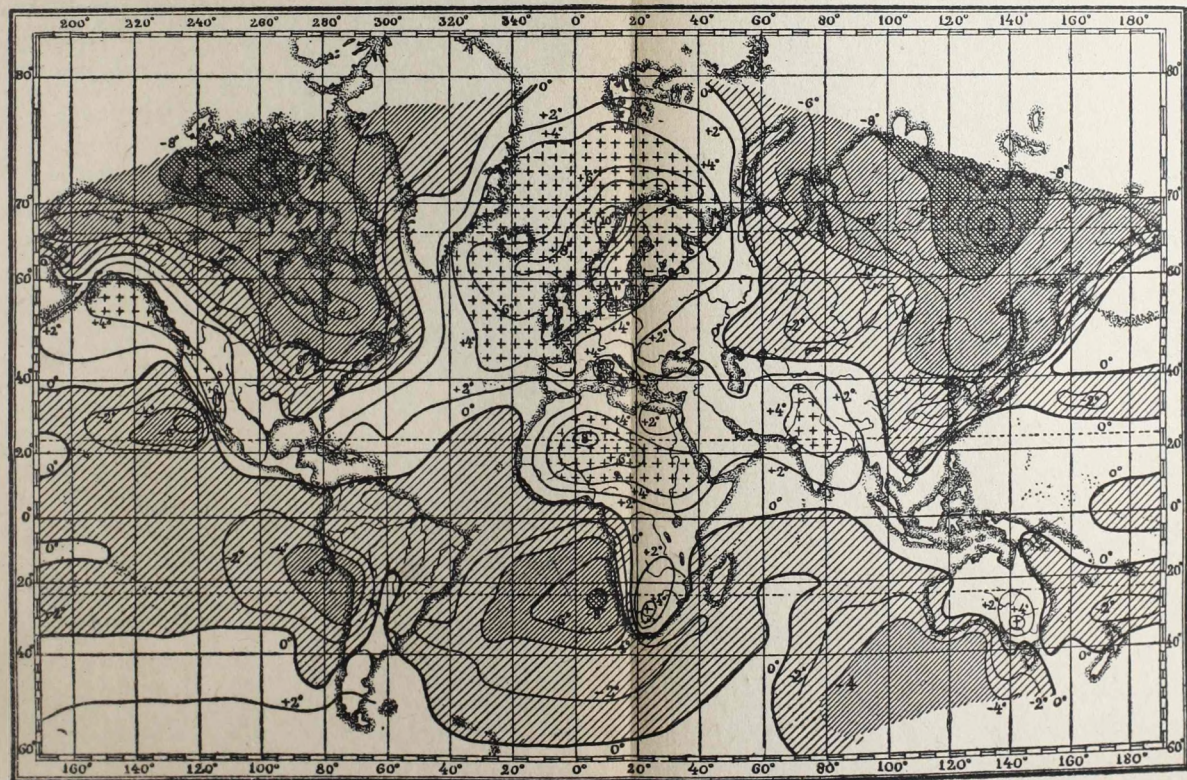
felé. Különösen feltűnő az ellentét Európa és Kelet-Azsia közt. Európának a többi kontinens fölé messze kiemelkedő kedvező éghajlata már ezen a térképen is kitűnik.

Az évi közepes hőmérséklet földrajzi eloszlásában még sok különös részletet látunk. Egyes helyek melegebbek, mint általában ugyanazon a szélességi körön fekvő többi hely, mások meg hidegebbek a kelleténél. Ezeknek az eltéréseknek pontos, számszerű kifejezést is adhatunk.

Számítsuk ki minden szélességi kör közepes hőmérsékletét,*) ezután minden helynek eltérését ettől a közepes hőmérséklettől. Ezt az eltérést nevezzük *anomáliának*. Lesznek helyek, amelyeknek évi közepes hőmérséklete kisebb, mint az illető helyen keresztülmenő szélességi kör közepes hőmérséklete. Ezeknek anomáliája negatívus. Azután lesznek olyan helyek, amelyeknek évi közepes hőmérséklete magasabb, mint az illető helyen keresztülmenő szélességi kör közepes hőmérséklete. Ezeknek anomáliája pozitívus.

A térkép minden helyére odaírhatjuk az illető hely anomáliájának mérőszámát. Az egyenlő, kerek,

*) Legegyszerűbben úgy járunk el, hogy az izotermás térképet domborzati térképnek tekinthetjük s minden szélességi kör mentén metszetet készítünk, mintha hegyeken-völgyeken át készítenénk metszetet, ismert módszerek szerint. A metszeten a magasságok hőmérsékleteket jelentenek. Valamelyik ismert geometriai módon kiszámítjuk a metszet közepes magasságát s ez lesz az illető szélességi kör közepes hőmérséklete.



35. oldalhoz.

7. ábra. Évi közepes izanomáliák.

fe
A:
ki
is

ba
m
k
k
s:

n
a
a
z
k
F
h
s
h
z
l

számú anomáliájú helyeket folytonos vonallal összekötve megkapjuk az évi közepes *izanomáliákat* (7. ábra).

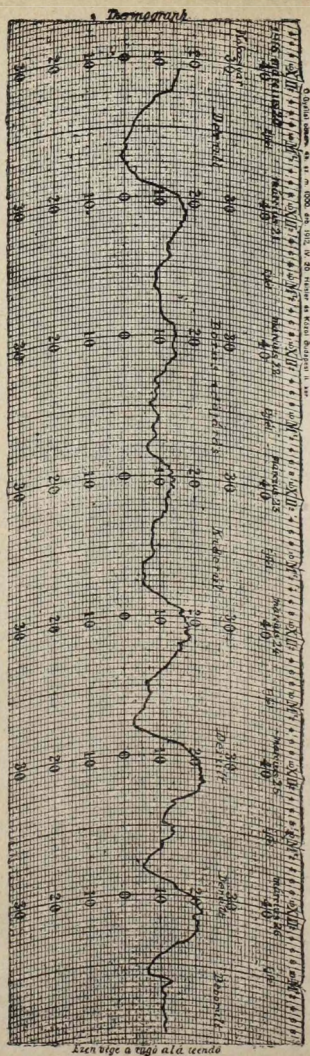
Rendkívül tanulságos az ilyen térkép. Szembeszökően mutatja Észak-Európa rendkívül kedvező, az egész Föld kerekességén egyedülállóan kivételes, klimatikus helyzetét. Norvégia legészakibb részén, a 70° földrajzi szélességen is túl fekvő Hammerfest és Vardö kikötője sohasem fagy be, a $69^{\circ} 40'$ szélességen fekvő Tromsø villamosan világított szép kis európai város. Ezzel szemben Észak-Amerika keleti partjain, a 70° földrajzi szélesség tájékán ment tönkre a Franklin-expedíció a rettenetes fagy- és hó-világban. Az 50° és 60° közt van Nagy-Britannia, egyike a Föld legsűrűbben lakott, legműveltebb földterületeinek. Vele szemben Észak-Amerikában van Labrador majdnem teljesen lakatlan partvidéke. Itt a burgonya csak úgy terem, ha éjjelre betakarják. Ázsia északkeleti partjain a 70° földrajzi szélességen alig ismeretes, fagyos partok nyúlnak végig, majdnem teljesen néptelenek s aki ott lakik, az a kevés csukcs, az is teljesen arktikus életet él. Az 50° és 60° közt, tehát Nagy-Britanniával egy szélességben van Kamcsatka. Borzalmas, majdnem lakatlan, alig ismert hegyvidék, csak a tenger partján van néhány halásztelep.

Mindezt az izanomáliás térkép pontosan megmagyarázza.

D) A hőmérséklet napi és évi járása.

A hőmérséklet természetesen nem marad sehosem és sohasem állandó. Folyton változik, amint a

8. ábra. Derült és borult idő hőmérséklet-járása.



napsütés mennyisége, a szelek járása, a felhőzet és a csapadék folytonosan változtatják. Szerkeszthetünk olyan műszert, amely önműködőleg följegyzi minden pillanatban a levegő hőmérsékletét. Az ilyen műszert termografusnak nevezzük.*) A 8. ábrán látunk ilyen följegyzést. Az egyik rész derült, a másik borult időben került a papirosra.

Derült időben a hőmérséklet a Nap felkelte idején kezd emelkedni, 9—10 óra tájban emelkedése

*) A termografus két különböző fémszalagból áll. A két-féle fémnek nem egyforma a hőmérsékleti tágulása. Ezért a két, lapjával összeforrasztott fémszalag a hőmérséklet változására ide-oda görbül. A szalag egyik végét leerősítjük, a másikra író mutatót erősítünk. Ez a mutató óraművel hajtott papirosszalagra folyton jegyzi a hőmérsékletet.

legrohamosabb, délután 2 óra tájban eléri maximumát és azután eleinte rohamosan, éjjel lassabban száll alá a hőmérséklet s napfölkelte előtt eléri minimumát. Ha azonban borult az ég, akkor alig van különbség az éjjeli és nappali hőmérséklet között, sőt ha nappal erős szél fúj, vagy esik az eső, hidegebb lehet, mint éjjel. Napközben is a borulás, a csapadék, a szélirány stb. szerint változhatik a hőmérséklet.

A napi legalacsonyabb és legmagasabb hőmérséklet közt mutatkozó különbséget nevezzük a hőmérséklet *abszolútus napi ingadozásának*. Az abszolútus napi ingadozásokból egy év alatt vehetünk számítani közepet. Ez lesz az átlagos napi ingadozás.

Az átlagos napi ingadozás legnagyobb a forró égövi kontinensek belsejében, különösen pedig a sivatagokon. A Szahara napi ingadozása az egész Földön talán legnagyobb. Nagy ingadozása van a belsőázsiai pusztáknak és sivatagoknak, Észak-Amerika magas, pusztai területeinek stb. A sarkvidékeken tulajdonképpen napi ingadozásról nem lehet beszélni. Az oceánok és tavak a napi ingadozást nagy, rejtett melegmennyiségükkel mérséklék.

Geografiai szempontból sokkal fontosabb az évi ingadozást ismerni. Az év leghidegebb és legmelegebb napja közt mutatkozó hőmérsékletkülönbség lehetne ennek mértéke, de ez nagyon változó egyik évről a másikra. Még változékonyabb az év folyamán észlelt legmagasabb hőmérséklet és legalacsonyabb hőmérséklet különbsége. Ezt nevezhetnők abszolútus évi

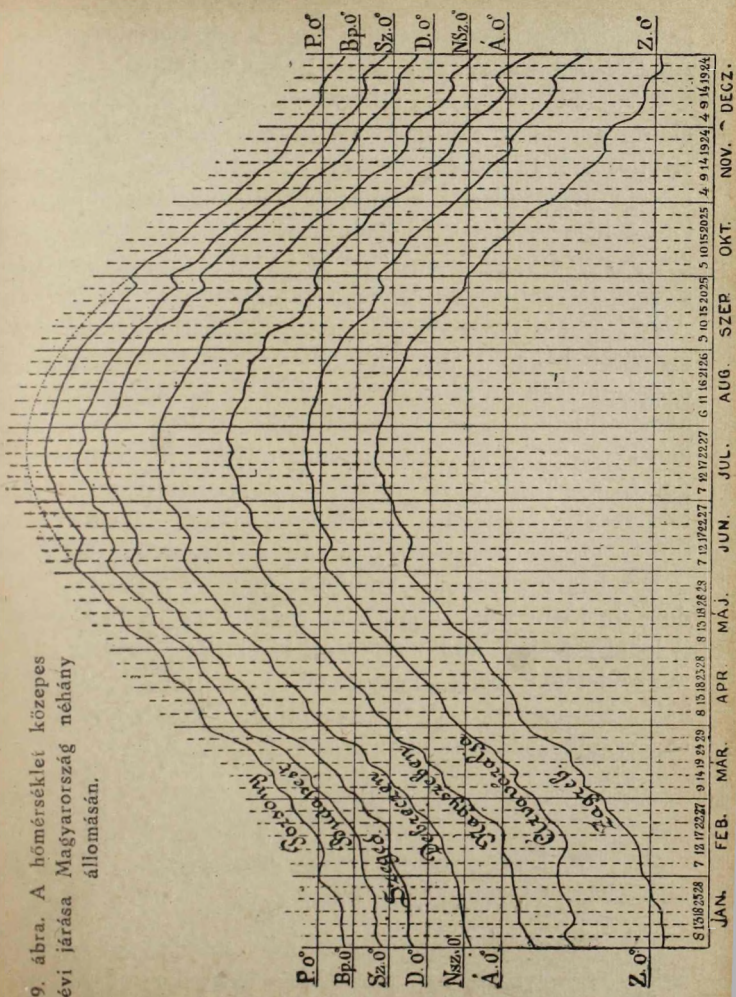
ingadozásnak. De ezzel tanulmányozni a földi éghajlatokat nem praktikus dolog. Sokkal biztosabb eredményekre lyukadunk, ha *a legmelegebb és leghidegebb hónapok közepes hőmérséklete közt mutatkozó különbséget* vesszük vizsgálat alá. Ezt nevezzük röviden *évi ingadozásnak*, vagy *amplitudónak*.

Szerkeszthetünk olyan térképeket, amelyeken az amplitudókat feltüntetjük s az egyenlő amplitudójú helyeket folytonos vonalakkal kötjük össze. Ezeket a vonalakat *izamplitudóknak* nevezzük. (10. ábra).

A 9. ábrán néhány magyarországi hely évi hőmérsékletjárását mutatjuk be (50 évi közép). Látszik, hogy a hőmérséklet minimuma éppen januárius elején van, azután emelkedik, eleinte lassan, márciusban leggyorsabban. Június elején minden állomáson lecsökkenik a hőmérséklet körülbelül 1° -kal, de aztán megint emelkedik, maximumát július vége felé éri el, onnantól kezdve csökkenik, de szeptember végén ismét visszaugrik egy fokkal, aztán szabályosan süllyed decemberig; decemberben néhány különös hullámot mutat, aztán újévre eléri minimumát. Mintha minden nyarunk átlag egy fokkal hűvösebb volna, mint lennie kellene. Ezt a tüneményt az ázsiai monzún okozza, de erről csak később tanulunk.

A hőmérséklet évi ingadozásának mértéke igen nagy gazdasági jelentőségű. Az egyenlítő körül alig van évi ingadozás, mindig egyformán meleg a levegő, a napi ingadozás jóval nagyobb, mint az évi. Az oceánokon mindig kevesebb az évi ingadozás, mint a kontinenseken. A legnagyobb évi ingadozás Kelet-Szibiriá-

9. ábra. A hőmérséklet közepes évi járása Magyarország néhány állomásán.



ban van (65°). Általában igen nagy Ázsia belsejében, Amerikában Canadában és az Unio belsejében.

Valamely helynek földrajzi viszonyait, az emberi életet, az ember szükségleteit és a szükségletek ki-elégítésének lehetőségeit az évi középhőmérséklet ismerete nem jellemzi eléggé. Okvetlenül ismernünk kell a hőmérséklet évi ingadozását is. Így pl. Norvégia partjain végig körülbelül 4° az évi középhőmérséklet s ugyanilyen az Akmolinszki platón is, a Turáni Alföld északi szegélyén. De Norvégia partjain a legmelegebb hónap (július) középhőmérséklete csak 8°, ezzel szemben az Akmolinszki platón a július középhőmérséklete 23°, tehát a környezetében levő oázison gyönyörű gyümölcstermesztés folyik, még a gyapot és a dinnye is megterem. Norvégia partjain a földművelés minimális, az emberek inkább halászat-tal és havasi jellegű pásztorkodással foglalkoznak.

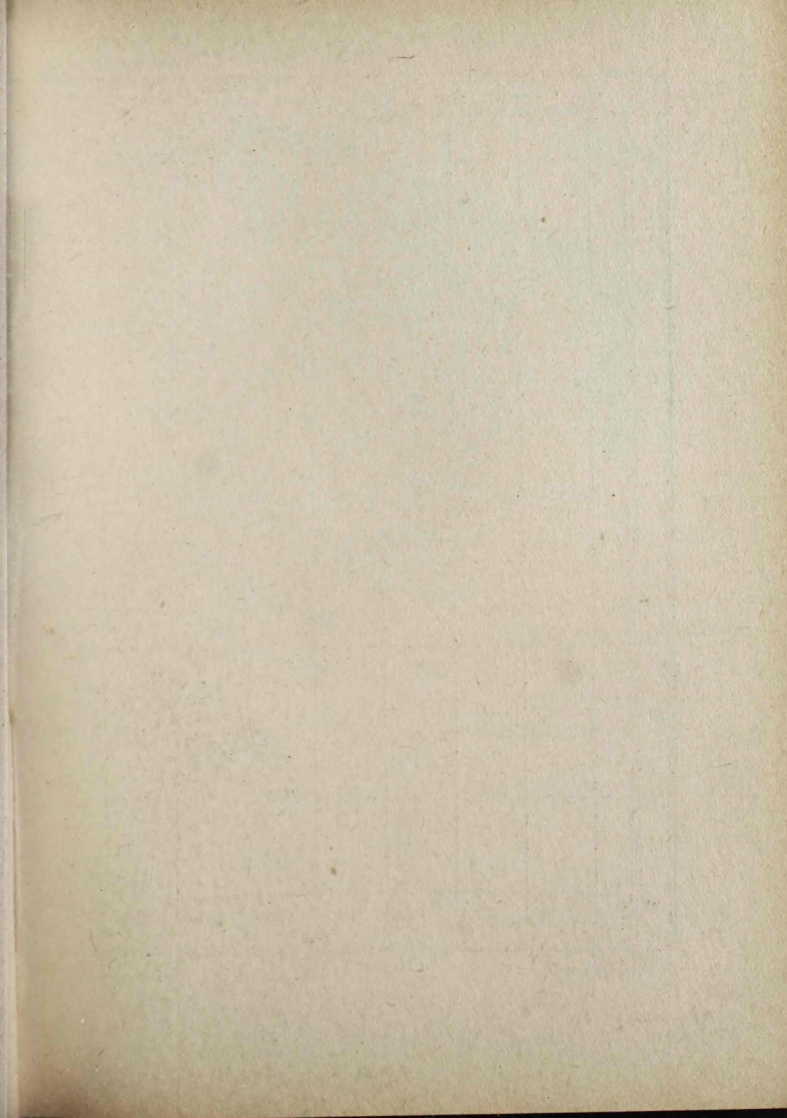
A hőmérsékletnek periódusos (napi és évi) ingadozásán kívül van szabálytalan ingadozása is. Ennek is lehet mértékét adni s ez fejezi ki az illető hely hőmérsékletének *változékonyságát*. Legváltozékonnyabak a kontinensek oceáni szegélyei, ahol kontinentális és oceánikus éghajlat váltakozik.

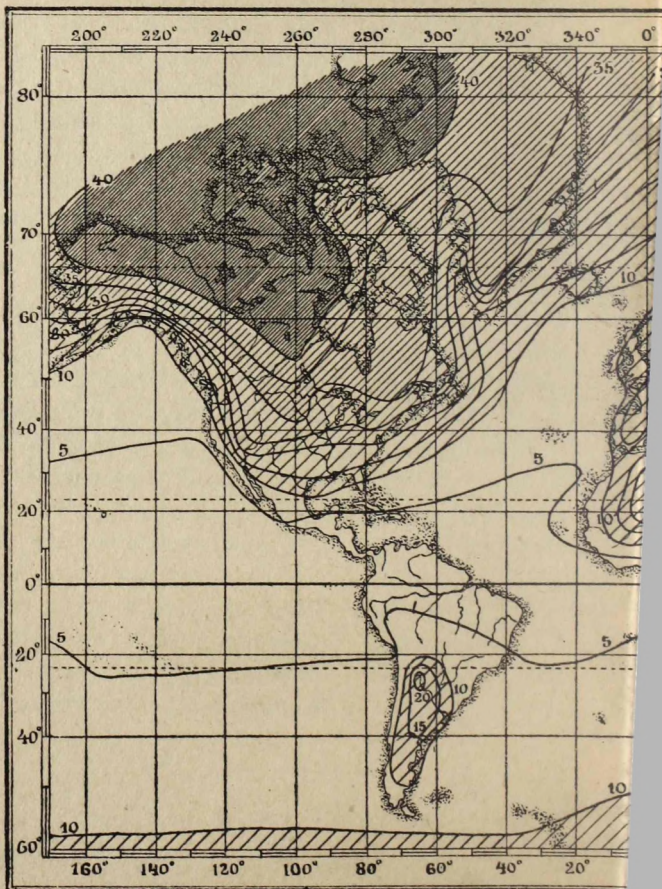
III. Fejezet.

A levegő nyomása és mozgása.

A) A légnyomás.

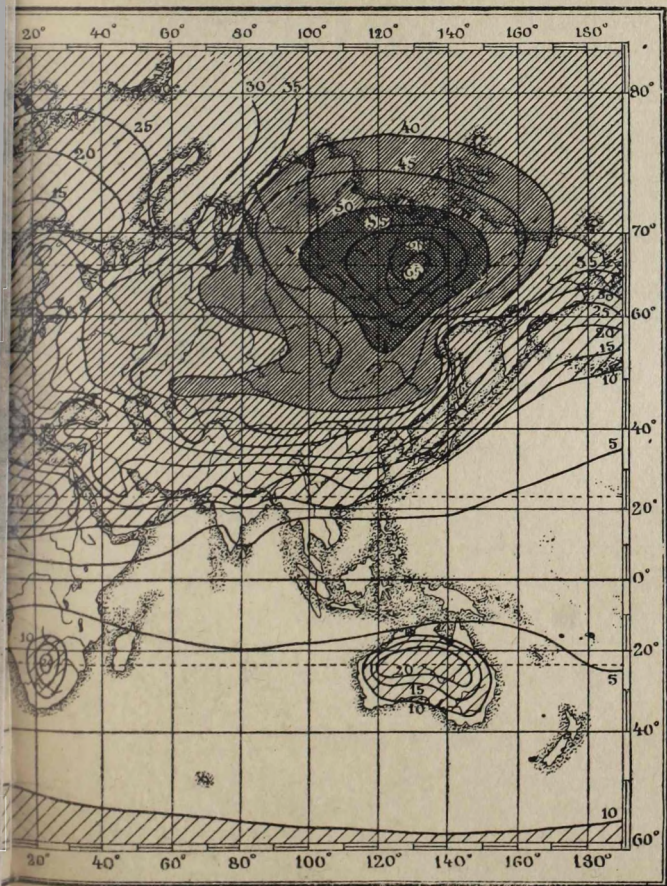
A levegőnek is van súlya, mint minden anyagnak. Ezért nyomja azt, ami alatta, vagy benne van.





40. oldalhoz.

10. ábra. A hőmérséklet



igadozásának földrajzi eloszlása.

Testünkön nem vesszük észre, mert minden üreget kitölt a levegő. Azonnal észrevevesszük azonban, amint valamely felület egyik oldalán megcsökkentjük a légnyomást. Ha bort szívunk föl lopóval, kiszívjuk a lopóból a levegőt, a külső levegő tehát a bort felnyomja a lopó csövébe.

A levegő nyomását háromféle műszerrel mérhetjük.

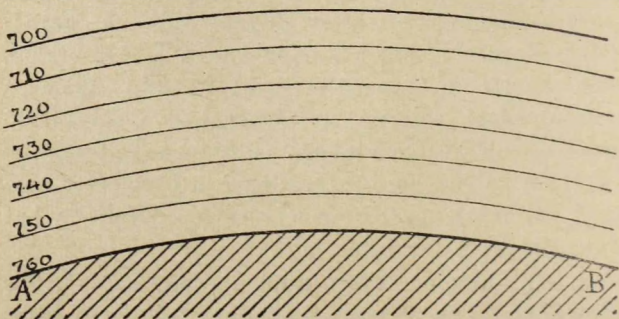
1. A kéneső-barométer olyan, mint a karosmérleg. A mérleg egyik karján van a levegő-oszlop, másik karján a kéneső-oszlop. A kettő nyomása egyensúlyt tart. A levegő nyomásával egyensúlyt tartó kéneső-oszlop hossza a tenger szintjében rendszeren 760 mm. Ha a nehézségerő megváltozik, a barométer nem mutat változást, mert a nehézségerő egyformán hat a levegőre és a kénesőre.

2. Az aneroida olyan, mint a rugós mérleg. Kis bádóg dobozka fedőlapjának rugalmassága tart egyensúlyt a levegő nyomásával. Ha a nehézségerő megváltozik (pl. a Hold kulminációja idején kisebb a rendesnél), akkor az aneroida állása is megváltozik, mert a rugó rugalmasságára a nehézségerőnek semmi hatása sincs.

3. A víz forráspontjának hőmérséklete megváltozik a légnyomás szerint. Kis légnyomás alatt a víz alacsonyabb hőmérsékleten forr. A forró víz hőmérsékletének meghatározásával tehát meghatározhatjuk a légnyomást is.

A levegő nyomása fölfelé állandóan csökkenik, mert hisz mindig kevesebb és kevesebb levegő van

fölöttünk. A tenger szintjének közelében általában, kereken, mintegy 11 méter magasságkülönbségnek 1 mm. barométerállás-különbség felel meg. De az összefüggés a magasság és a barométerállás, illetőleg légnyomás közt nagyon bonyolult. Mégis használhatjuk a barométert és az aneroidát, sőt a forrás-hőmérőt is magasságmérésre.*) A geográfus kezében ez igen gyakran használt, kényelmes eszköz.



11. ábra. Izobáris felületek nyugalom idején.

Ha a levegőben összekötve képzeljük folytonos felülettel azokat a helyeket, amelyeken egyenlő a légnyomás (11. ábra), akkor kapjuk az úgynevezett *izobáris felületeket*. Ezek nyugalom idején olyan felületek, amelyek a tenger szintjével koncentrikus gömb-

*) Ha az alsó állomáson leolvasott barométerállás B , hőmérséklet T , a felső állomáson leolvasott barométerállás b és hőmérséklet t , akkor a magasságkülönbség:

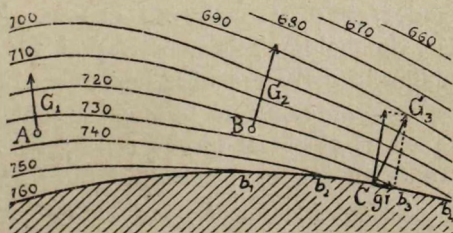
$$h = 16010 [1 + 0.002 (T+t)] \frac{B-b}{B+b}$$

némileg egyszerűsítve. A képlet alapján jó és kényelmes táblázatok vannak kiszámítva.

héjak. Magasságkülönbségük mindenütt állandó. Ha megszűnnék a földi nehézkedés, akkor az alsóbb, sűrűbb légtömegek felfelé kezdenének kiterjeszkedni, mert hisz tudjuk, hogy a gázok a nagyobb nyomású helyről a kisebb nyomású hely felé igyekeznek kiterjeszkedni. A levegőnek ez a kiterjeszkedő törekvése az az erő, amely a nehézségerővel egyensúlyt tart. Ennek a kiterjeszkedő erőnek mértéke a *gradiens*. A gradiens tehát olyan erőt jelent, amely az izobáris felületekre merőlegesen áll, nyugalom esetén tehát vertikális és felfelé irányul s minden helyen egyensúlyt tart a nehézségerővel. Ha az izobáris felületek közel vannak egymáshoz, akkor a gradiens nagy és ha távol vannak egymástól, akkor a gradiens kicsiny.

Rendes körülmények közt a légnyomás még a Föld felszínén sem marad állandó, hanem folytonosan változik a légköri mozgások, egyenetlen fölmelegedés stb. következtében. Ilyenkor aztán az izobáris felületek sem párhuzamosak a Föld ideális felszínével, hanem ferdén fekszenek s metszik a Föld felszínét (12. ábra). Az izobáris felületeknek a Föld fel-

színével ke-
letkezett met-
szésvonalát
nevezzük izo-
báris vonal-
nak. Ezek a
vonalak mu-
tatják a Föld



12. ábra. Izobáris felületek és gradiensek légköri zavarok idején.

felszínén azokat a helyeket, amelyeken egyenlő a légnyomás az adott pillanatban. Az izobáris vonalak rendszeren valami maximális légnyomású, vagy minimális légnyomású helyet kerítenek körül. Az ilyen helyeket barométeres maximumoknak és minimumoknak nevezzük. Az ilyen helyek fölött az izobáris felületek fel vannak domborodva, vagy be vannak horpadva.

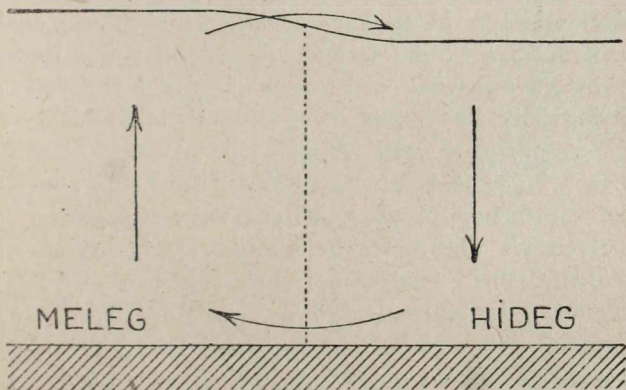
A gradiensek megint az izobáris felületekre állnak merőlegesen (12. ábra G_1 , G_2 , G_3). De most természetesen nem függőlegesek. A gradienst tehát két komponensre lehet bontani (12. ábra G_3). A függőleges komponens egyensúlyt tart a nehézségérővel, de a vízszintes komponenst nem egyensúlyozza ki semmi, azért ebben az irányban megindul a levegő áramlása. Persze más erők is hathatnak, mint pl. a centrifugális erő forgó mozgás esetén, vagy a Föld forgásának kitérítő hatása stb.

A légnyomás a Föld felszínén mindenfelé folytonosan változik, de azért bizonyos szabályszerűséget észrevehetünk. A légnyomásnak van rendszeren napi és évi periódusa. A forró égövön a légnyomás napi ingadozása olyan nagy és annyira szabályos, hogy már Humboldtnek feltűnt. Reggel 4 óra tájban van minimum, 9—10 óra közt maximum, d. u. 4 óra tájban még az előbbinél is erősebb minimum s este 10 órakor az előbbinél kisebb maximum. Ezeket nálunk is egészen jól lehet észlelni.

Az évi ingadozás geográfiai szempontból még érdekesebb, de ezt csak a szelek megismerése után tudjuk megérteni.

B) A szél.

A levegő vízszintes irányú mozgását szélnek nevezzük. Minden szélnek oka, — jelentéktelen kivétellel — a levegő egyenlőtlen fölmelegedése. Képzeljük el, hogy egymással szomszédos két helyen a levegő nem egyformán melegszik föl. Legyen pl. (13. ábra) H helyen hideg, M helyen meleg. A meleg he-



13. ábra. A szél keletkezésének magyarázata.

lyen a levegő kiterjeszkedik, még pedig természetesen fölfelé, mert hisz arra nincs ellenállás. Képzeljük el, hogy a levegőnek éles határa van fenn a magasban. A kiterjeszkedett meleg levegő felső határa tehát most magasabban lesz, mint a hideg levegőé. A meleg levegő mintegy feldudorodik, felmagasodik. Lenn a felszínen nem észlelhetünk még változást, mert a levegő tömege sem a H sem az M hely

fölött nem változott meg, tehát a légnyomás is ugyanaz marad, akár meleg, akár hideg a levegő, ha csak a tömege nem változik. Amde a meleg helyen feldudorodott légtömegnek az a része, amely a hideg hely felső határa fölé emelkedett, nem maradhat meg így, hanem átfolyik a hideg hely fölé, amint fenn a nyíl mutatja.

Amint a meleg levegő fenn a magasban elkezd átáramlani a hideg hely fölé, azonnal megváltozik a nyomás a Föld felszínén. A meleg helyről levegő távozott el, tehát ott megcsökkent a légnyomás, a hideg hely fölé pedig levegő tódult, tehát ott megnövekedik a nyomás. A meleg levegőnek a magasban a hideg fölé való átáramlásának tehát az lesz a következménye, hogy H helyen nagy légnyomás, M helyen kis légnyomás keletkezik. De így megint a Föld felszínén nem maradhat nyugalom, mert a nagy nyomású helyről a levegő a kis nyomású hely felé áramlik. Ha a H helyről az M helyre áramló hideg levegő M helyen megint fölmelegszik, akkor újra ismétlődik a mozgás. Ha a melegedés M helyen állandó, H hely pedig hideg marad, akkor ez a mozgás folytonos lesz, állandó *cirkuláció* keletkezik.

Röviden összefoglalva: *ha két szomszédos hely nem egyformán melegszik föl, hanem az egyik hely melegebb, mint a másik, akkor cirkuláció támad. Fenn a magasban a meleg helyről a hidegre, lenn a földfelszínen a hidegről a melegre áramlik a levegő, a meleg helyen csendesen felszáll, a hideg helyen csendesen alászáll.*

Minden szél így keletkezik, közvetlenül, esetleg közvetve. Az egyszerű cirkulációra azonban néhány dolog módosítólag hat.

Az első és legfontosabb módosító hatás a *Föld forgásának kitérítő hatása*. A Föld tengelye körül való forgása miatt az északi féltekén minden mozgás jobbkéz felé, a déli féltekén minden mozgás balkéz felé tér ki.*)

*) Ennek a tüneménynek magyarázata a következő: Tudjuk, hogy minden szélességi körnek annál kisebb a kerülete, minél messzebb van az egyenlítőtől. A földi pontok kereken 24 óra alatt kerülnek meg a Föld tengelyét a Föld forgása miatt. Az egyenlítő egy pontja 24 óra alatt mintegy 40.000 kilométer utat tesz meg, tehát kerületi sebessége kerek számban 500 m/sec. Az egyenlítő fölött levő levegőtömegek is ilyen sebességgel mozognak a Föld tengelye körül. Ha most ezt a tömeget hirtelen északra képzeljük átvive, akkor olyan földi helyek fölé jut, amelyeknek kisebb a kerületi sebessége mint ez, tehát tekintettel arra, hogy az áthelyezett levegőtömeg tétlensége következtében megtartja 500 m/sec. sebességét, eléje siet a földi pontoknak. Így tehát délről északra tartó mozgásán kívül még nyugatról keletre tartó mozgása is van, a kettő eredője tehát olyan lesz, hogy az eredetileg déli szél most délnyugatinak tűnik föl. Ez a megfontolás azonban még nem adja elegendő magyarázatát annak a tekintélyes kitérésnek, amit a szeleken észlelhetünk. Ha pl. az egyenlítőről egyszerre a 60° földr. szélességre tudnánk valami légtömeget áthelyezni, akkor az ott 250 m/sec. sebességű nyugati szélnek tűnne fel, mert a 60° földrajzi szélességű kör kerülete éppen fele akkora mint az egyenlítőé, tehát egyes pontjai 250 m/sec. sebességgel mozognak. Az egyenlítőről áttett tömeg sebessége azonban 500 m/sec., tehát $500 - 250 = 250$ m/sec. a relativus sebesség.

De a 60° nagyon messze van az egyenlítőtől s ez a tü-

Így tehát az eredeti déli szélből délnyugati, az északi szélből északkeleti, a nyugati szélből északnyugati, a keleti szélből délkeleti szél lesz. (Ne felejtjük el, hogy a szeleket mindig aszerint nevezzük el, ahonnan jönnek, pl. az északi szél északról jön és délnek tart.)

A második nevezetes zavaró körülmény a Föld felszínéhez való súrlódás. Emiatt fenn a magasban mindig hevesebb a levegő mozgása, mint a Föld felszínén.

A harmadik zavaró körülmény a Föld felszínének egyenlensége. A hegyeken a szél átkel, sőt, mint a bukógát mögött felgyülemelő víz a másik oldalon zuhatagszerű rohanással özönlík le. Azért a he-

nemény már kisebb távolságokra is hatalmasan mutatkozik. Könnyű azonban megmagyarázni ezt is. Az egyenlítőtől a pólusok felé haladva, a tömegek folyton közelednek a Föld forgástengelyéhez. A 60° szélességen távolságuk már csak fele akkora, mint az egyenlítőn. Már pedig tudjuk, hogy ha a forgó testek vezetősugara rövidül, akkor a kerületi sebességük nő, ha pedig vezetősugaruk hosszabbodik, akkor kerületi sebességük csökkenik, hogy a vezetősugárral súrolt terület időegységenkint mindig egyenlő legyen. A mechanikában ezt nevezik a terület-tartás elvének. Már most az egyenlítőről a 60° -ra áttett tömeg eredeti távolságának felére közeledett a tengelyhez, ezért kerületi sebessége négyszeresére növekedett, vagyis $4 \times 500 = 2000$ m/sec. lett! Ebből kivonva a 250 m/sec. helyi sebességet, világos, hogy az egyenlítőről áttett tömeg 1750 m/sec. roppant nagy sebességgel rohan el nyugatról keletre a földi pontok fölött. Így már megtudjuk érteni az erős kitérést! Meg kell jegyeznünk, hogy ez a kitérés nemcsak a délről északra, hanem minden irányban mozgó tömegekre hat!

gyen átkelő szél mindig csendesebb a hegynek szél felé fordult oldalán, ahol fölemelkedni kénytelen s mindig dühös rohamban száll alá a hegy másik oldalán (főhn, bora, misztral, nemere, kossava stb.).

Nézzük már most sorra, melyek a legnevezetesebb szélrendszerek a Földön. Ezeknek döntő geográfiai jelentősége van, mert hisz a földrajzi szélességen, a fölmelegedés és lehülés tényezőin kívül a szélrendszerek szabályozzák az éghajlatot. A növényi és állati élet ennek a függvénye s így az ember élete is eszerint igazodik.

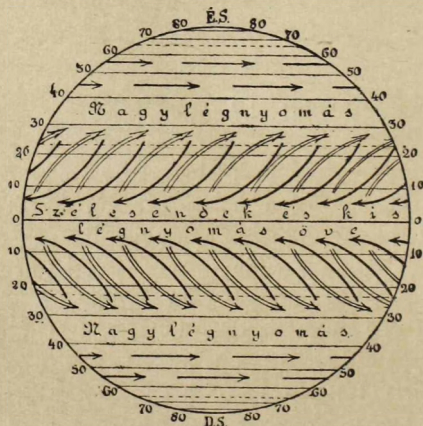
C) *A nagy földi cirkuláció.*

A Föld felszíne legjobban melegszik az egyenlítő mentén s legjobban hűl a pólusok körül. Ezért cirkulációnak kellene keletkezni az egyenlítő és a pólusok közt. Így azonban cirkuláció nem jöhet létre, mert az egyenlítő fölül a pólusok felé induló, felső légáramlás mindig szűkebb és szűkebb térre szorulna össze. Így is van. Az egyenlítőnél fölmelegedett levegő, a cirkulációk keletkezésének törvénye értelmében fenn a magasban a pólusok felé megindul, de nem juthat tovább a 30—35° földr. szélességnél, mert itt már annyira összeszorul, hogy nem tud tovább hatolni. Azonkívül a földforgás is kitérítette már, tehát tovább nem juthat, hanem ezen a tájon, a 20—30° szélességen felhalmozódik, a földfelszínen nagy légnyomás keletkezik s a földfelszínen a levegő visszaáramlik, nagy sebességgel az egyenlítő felé. A föld-

forgás miatt persze kitér. Ahelyett, hogy mint északi szél futna az egyenlítő felé, mint északkeleti szél jelentkezik. A déli féltekén délkeleti szél lesz belőle.

Ezt az egyenlítőhöz visszaáramló északkeleti illetőleg délkeleti szelet nevezzük *passzát-szélnek*.

A passzát szél az egyenlítő táján fölemelkedik, a magasban mint *antipasszát* északra és délre szétáramlik s a nagy légnyomások zónáján, tehát a 20—30° földr. szélesség közt ismét alászáll (14. ábra).



14. ábra. A nagy földi cirkuláció szélrendszere.

Az egyenlítő mentén, keskeny zónában tehát szélcsend van s a levegő csöndesen fölemelkedik. Ezért itt nagyon sok az eső, mert amint később tanulni fogjuk, minden föl-emelkedő légáramlás csapadékot okoz. Ezt a zónát a *szélcsendek övének* szok-

ták nevezni s régebben a vitorlánhajók lehetőleg elkerülték. Ettől északra és délre van körülbelül a 20° föld. szélességig a *passzát-szelek öve*. Ezek állandó, erős szelek, különösen a nyílt oceanokon, mert a kontinenseken módosulást szenvednek a kontinentális

eredetű szelek miatt. Már a legrégebb hajósok ismerték, csodálták állandóságát s a spanyol hajósok ennek segítségével keresztelték (*passata*) az Atlanti oceánt.

Az antipasszát létezését a magasan úszó felhők vonulásának iránya biztosan elárulja, de Teneriffa csúcsán (3720 m.) és a Havai szigetek két hatalmas vulkánján, a Mauna-Loa és Mauna-Kea csúcsokon (4170 m.) állandóan észlelni is lehet.

A passzát zónákat a mérsékelt égöv felől a *nagy légnyomások vagy leszálló légáramlások zónája* határolja a 20—35° között. Valóban, ezen a két zónán az antipasszát leszáll csendesen. Mivel leszálló légáramlásban csapadék nem képződhetik, azért ezeken a zónákon a szárazföldeken *sivatagok* vannak. Ezért sivatag-zónáknak is szokás őket nevezni. Az északi féltekén ebben a zónában van a Szahara, az Arábiai sivatag, Perzsia déli partvidékének és Kelet-India nyugati részének sivatagja. Kelet-India többi részén más szélrendszer van, azért ott nincs sivatag. Ebben a zónában van Észak-Amerikában a Mexicói, Arizonai, Californiai sivatagok csoportja.

A déli féltekén Amerikában az Atacama, Dél-Afrikában a Kalahari sivatagok vannak a leszálló légáramlások zónájában, de Ausztrália belseje is csúnya sivatag, mert ebben a zónában van. A nyílt tengereken is föl lehet ismerni a sivatag-zónákat, mert ezeken a tengervíz felszíni rétegei jóval sósbak az erős párolgás miatt, mint az oceánok egyéb részein.

A nagy légnyomások vagy sivatagok zónájától

északra következik az igazi mérsékelt égöv, amelyen állandóan uralkodik a nyugati szél. A kitérített antipasszát súrlódása ragadta magával a mérsékelt égövek levegőjét, ezért állandó itt a nyugati szél. Bármilyen irányú lokális szélrendszerek keletkeznek is ezen a zónán, a nyugati szél mindig hat, sohasem szabad róla megfeledkeznünk.

Ez a nyugati szél sokkal szabályosabb a déli féltekén, mert ott már alig vannak az útjában kontinensek. Az északi féltekén zavarosabb. Mivel súrlódással keletkezett, azért *örvénylések* támadnak benne, mégpedig az északi féltekén az óramutató járásával ellenkező, a déli féltekén megegyező értelmű örvénylések. Ezekről később többet fogunk tanulni, mert különösen Európának valóságos időszabályozói. Másként *mérsékelt égövi ciklonoknak* vagy *depresszióknak* is szokás nevezni őket.

A nyugati légáramlás körülveszi a pólusokat is. Természetes, hogy itt, a pólus felől tekintve, körmozgás lesz belőle. Mint aféle körmozgásra, erre is hat a centrifugális erő és így a pólusoktól a levegő szétfut a mérsékelt égövek felé. Ezért a poláris vidékeken mindig kicsiny a légnyomás. Már Ross kapitány észrevette, hogy a déli sarkvidéken, a déli Jeges-tengeren milyen alacsony a légnyomás.

Így tehát Földünkön a következő szélzónákat lehet megkülönböztetni:

1. szélcsendek öve, 2. passzát-szelek öve, 3. nagy légnyomások vagy sivatagok öve, 4. nyugati szelek öve, 5. sarkvidéki kis légnyomások öve.

33

Ezt az egész Földünket átfogó, nagy szélrendszert „nagy földi cirkulációnak“ nevezzük.

D) A monzún.

Tanultuk, hogy a kontinensek és az oceánok nem egyformán viselkednek a Nap sugárzása és a kisugárzás szempontjából.

A mérsékelt égöveken tél és nyár váltakozik. Télen a mérsékelt égöveken a kisugárzás nagyobb, mint a besugárzás, tehát a melegháztartás állandóan veszteséggel jár. Nyáron a besugárzás nagyobb, mint a kisugárzás, ezért a melegháztartás állandóan nyereséggel jár.

Amikor a melegháztartás veszteséggel jár, akkor a kontinens sokkal gyorsabban és erősebben lehül, mint a környező oceánok, azért ilyenkor cirkulációnak kell keletkeznie, még pedig úgy, hogy a földfelszínen a kontinensek felől áramlik a levegő az oceánok felé; a kontinensek fölött a levegő állandóan leszáll, a környező oceánokon pedig állandóan, de nagyon csendesen felemelkedik.

Ezzel szemben nyáron, amikor a melegháztartás nyereséggel jár, a kontinensek fölött sokkal gyorsabban és jobban fölmelegszik a levegő, mint a környező oceánok fölött. Ezért fordított cirkulációnak kell keletkeznie. A meleg levegő a kontinensekről fenn a magasban szétáramlik az oceánok felé, az oceánok fölött csendesen alászáll, a földfelszínen

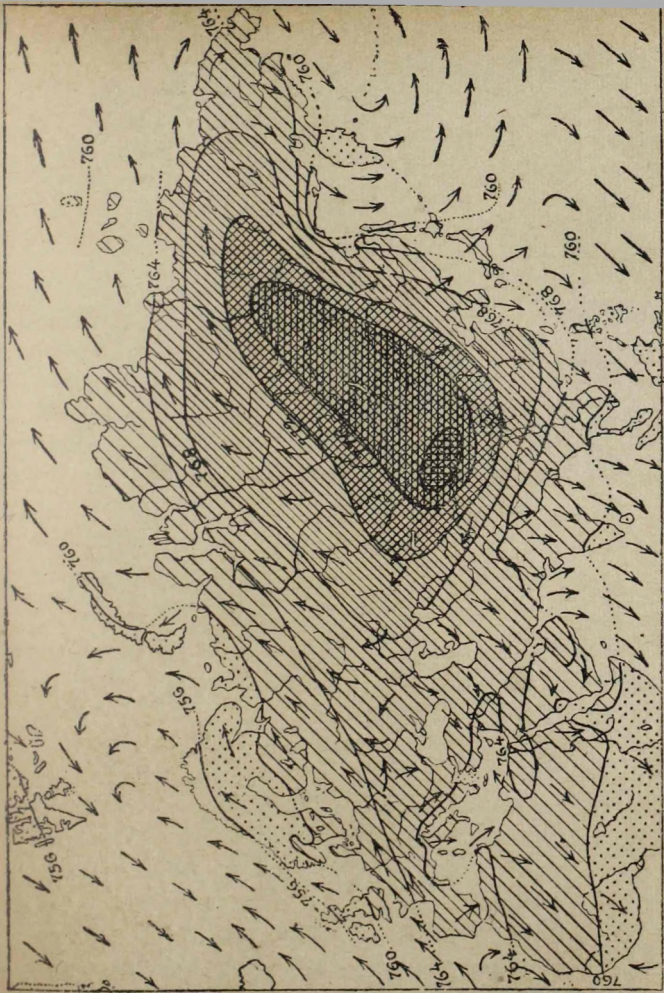
az oceánokról a szárazföldekre fúj a szél s a szárazföldeken fölemelkedik.

Az előbbi szelet, amely télen fúj a kontinensekről az oceánok felé, *téli monzúnak* nevezzük, a másodikat, amely nyáron fúj az oceánok felől a kontinensekre, *nyári monzúnak* nevezzük. (15. és 16. ábra.)

Ez a hatalmas szélrendszer különösen Eurázia (Európa—Ázsia) fölött jelentkezik nagyszerűen. Elő- és Hátsó-Indiában, Khinában és Mandzsúriában észlelhetjük legjobban, mert Ázsia testes kontinentális tömege itt nagy kiterjedésű oceánokkal érintkezik. De megjelenik Európában is; egy kevésbé érezni Szibériában, de Afrika közelsége miatt nem mutatkozik Arábiában és Kis Ázsiában, sőt Perzsiában sem.

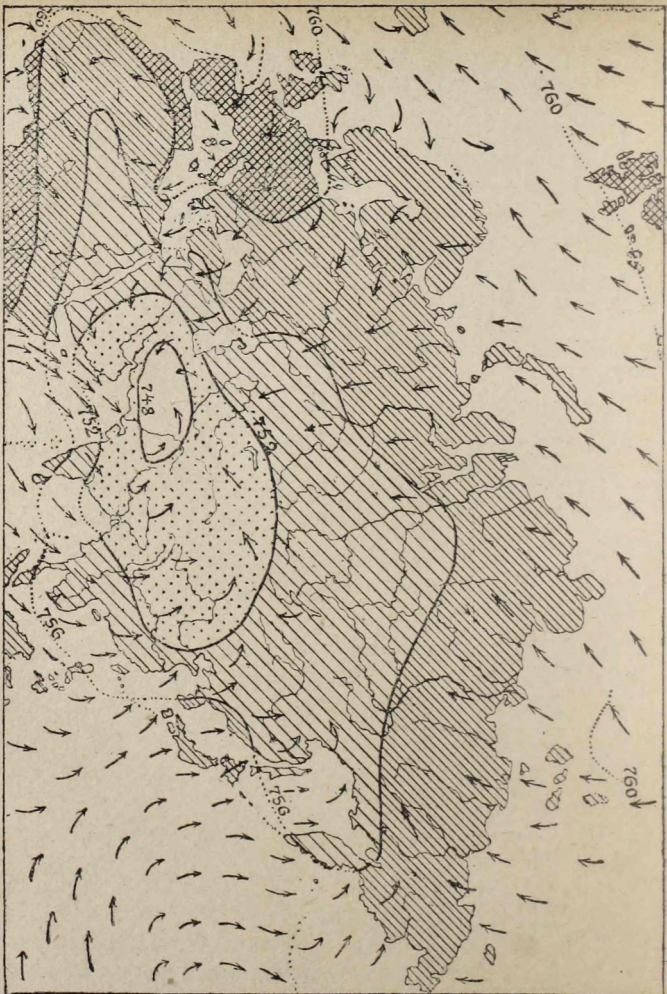
Az indiai monzún a legszabályosabb légköri tünetmények közé tartozik. Télen Indiában állandóan északias szél fúj. A Föld forgásának kitérítése következtében Elő-Indiában északkeleti szél s az Indiai-oceánon egyesül a passzáttal. Ez a hideg, kontinentális szél sokkal hidegebb volna Indiában, ha nem ereszkednék le a Himalája 5000 m. magas gerincéről. Ez az 5000 méteres sülyedés 50° -kal való fölmelegedést jelent! Ha tehát mint -30° -os szél indult el Tibetből, mint $+20^{\circ}$ -os szél fog megérkezni az indiai alföldre.

Tavaszi felé ez a szél lassan megszűnik. Tikkasztó forróság uralkodik Indiában. Május végén, vagy június elején hatalmas zivatarok kíséretében hirtelen megjelenik a nyári monzún. Meleg, páratelt tengeri



15. ábra. A téli monzún rendszere Euráziában.

16. ábra. A nyári monzún rendszere Euráziában.



levegő özönlik a kontinensre s két hónapon át majdnem szakadatlanul zuhog az eső.

A nyári monzúnak ezt a hirtelen való megjelenését a monzún kitörésének (bursting of the monsoon) nevezik. Ha hirtelen, egyszerre nagy erővel jelenik meg, akkor tartós lesz, Indiát bőven megöntözi az eső, megtelnek a vízraktározó medencék s jó termés lesz Indiában. De ha nem egyszerre, rohamosan, hanem gyöngén, el-elmaradozva jelenik meg, akkor India nem kap elég esőt, rossz termés lesz, esetleg éhínség. Rendszeresen az angolokat okolják miatta Britannia ellenségei, pedig csak a monzún gyöngé megjelenése volt az oka.

Khinában a téli monzún északnyugati szél, kemény hidegeket okoz s Pekingben is lemegy a hőmérséklet 50° -kal a zérus alá. Pedig Peking a 40° földr. szélességen van, tehát délebbre mint Napoli s Itáliának ezen a részén a fagy alig ismeretes.

Nyáron hirtelen jelenik meg a nyári monzún, szakadó esőt okoz május, június hónapokban. Mandzsúriában ez a hirtelen való megfordulás nevezetes szerepet játszik a növények életében. Május derekán még hideg van, mert szibíriai, fagyos légáramlás özönlik Mandzsúrián át a tenger felé. Egy éjjel alatt megfordulhat, délies irányú, tengeri szél, valóságos vihar dühöng az erdőben, a hőmérő $20\text{--}30^{\circ}$ -ot ugrik egy éjjel s észlelték, hogy ilyen fordulat alkalmával a fűzfa levele egy éjjel alatt 4 cm.-t nött. A nyári forróság elég volna mediterráneus növényzet kifejlesztéséhez, de a csikorgó téli hidegben csak a magas

északi növényfajok élnek meg. Ezért a mi mérsékelt égövi dudváink bámulatos arányokban fejlődnek, a bürök a fák koronáján túl nő stb. A szibíriai fenyőfélék, északias fák és bozótok sűrűjében lappang a bengáli tigris, az erdőkön átfutó Amurban pedig ott él a fóka és a jégmadár.

Európában a monzún-rendszer szintén szabályosan érezhető. Rendszeresen június elején, Medárdus napja táján jelenik meg a nyári monzún, a nép is ismeri a szokását, mert ha Medárdus napján pontosan megjelenik az eső, akkor tartós lesz (40 napig tart) a paraszt-regula szerint. A június elején mutatózó, mintegy 1^o-os hőcsökkenést (l. 9. ábra) a monzún, a nedves atlanti oceáni légáramlás megjelenése okozza s ennek megszűntével, szeptember végén megint fölemelkedik a hőmérséklet normális mértékre (vénasszonyok nyara). Télen a mérsékelt égöv nyugati szele és az Ázsia felől jövő téli monzún körülbelül éppen Közép-Európa fölött ütköznek össze, a nyugati szél fölemelkedik s a felső monzúnnal együtt fut Ázsia belseje felé. Azért hazánkban télen nagyon változékony az időjárás. Az ázsiai monzún idején hideg, száraz, derült időjárásunk van, néha igen alacsony hőmérséklettel; ha a nyugati szél visszanyomja a monzúnt, akkor a felszálló oceáni levegővel hó, eső, enyhe idő köszönt be s a hőmérő hirtelen ugrik föl 10—20^o-kal.

Észak-Amerikában szintén észlelhető a monzún. A nyári monzúnnak köszönhető, hogy az Unió déli államai olyan bőséges nyári esőt kapnak.

Észlelhető a monzún kis mértékben Ausztráliában is, de a déli féltekén nincs elég testes kontinens, hogy erős monzún fejlődhessék ki. A forró égövön nincs monzún, mert nem váltakozik tél és nyár.

E) A mérsékelt égövi ciklónok.

Említettük, hogy a mérsékelt égöv állandó nyugati szelével állandóan együtt járó tünetény a ciklón, vagy depresszió. Sűrűlódás következtében keletkezett örvénylések ezek. Az északi féltekén az óramutató forgásával ellenkező, a déli féltekén meg egyező járásúak.

A ciklónban örvénylő levegőre több erő hat. Az örvénylésre kényszerítő erőn kívül a centrifugális erő, a földforgás kitérítő hatása és a nehézségerő a leglényegesebbek. Az örvénylésbe jött légtömeg a földfelszínen sűrűlódik, azért a magasban az örvénylés sokkal gyorsabb, mint a földfelszínen. Ezért a magasban nagyobb a centrifugális erő és nagyobb a földforgás kitérítő hatása is, már pedig ez is centrifugális, ha meggondoljuk, hogy a kitérítés az északi féltekén jobbkéz, a délin balkéz felé történik. Mivel fenn a magasban emiatt sokkal jobban szétfut a levegő, mint a földfelszín közelében, azért az izobáris felületek fenn jobban, alul kevésbé horpadnak be. Ennek következtében a ciklón tengelyében az izobáris felületek sokkal közelebb vannak egymáshoz, mint a ciklónon kívül. De minél közelebb vannak az izobáris felületek egymáshoz, annál nagyobb a gradiens. Így

tehát a ciklón közepén sokkal nagyobb a gradiens, mint a ciklónon kívül. Már pedig a ciklónon kívül akkora a gradiens, hogy éppen egyensúlyt tart a földi nehézségerővel. A ciklón tengelyében tehát a fölfelé irányuló gradiens nagyobb, mint a földi nehézségerő.

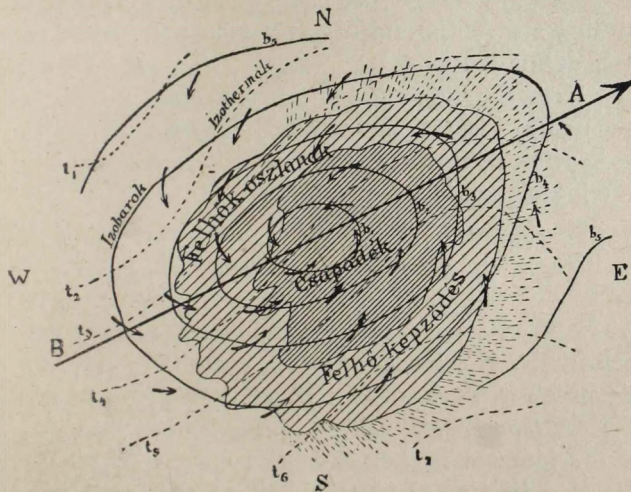
Ennek az lesz a végkövetkezménye, hogy a ciklón közepén a levegő csöndesen fölfelé emelkedik, a földfelszínen az örvénylő levegő spirális vonal mentén a ciklón közepe felé összefut, a magasban pedig spirális vonalban a ciklón közepétől szétáramlik.

Durva hasonlattal azt mondhatnók, hogy a magasban gyorsan örvénylő légtömeg, mint a centrifugális szivattyú szívja fel alulról a levegőt, hogy fönn megint szétszórja.*) Mivel a ciklónban a levegő fölemelkedik, azért esik az eső. Csakugyan hazánkban a legtöbb esőt a ciklónok hozzák.

Rendesen nagy terjedelműek, elfedik egész Magyarországot. Nyugaton az Atlanti-oceánról indulnak

*) Könnyű kísérlettel mutathatjuk be ezt a tüneményt. Töltsünk meg egy jó nagy poharat félig vízzel s a vízbe szórjunk homokot. Ha most a vizet kanállal gyors forgásba hozzuk, látjuk, hogy a víz felszíne behorpad, mint a levegőben az izobáris felületek. A homok mind a pohár fenekén, a *középen* gyűl össze. Azt hinné az ember, hogy a centrifugális erő a pohár oldalára fogja hajtani a homokot. De nem. Centrifugális hatás csak a víz felszínén van, ez tartja fönn a folyadék közepén a horpadást. Alul centripetális mozgás van, ez hordja össze a homokot a pohár fenekének közepére, de már fölemelni nem bírja, pedig a víz a pohár közepén fölemelkedik, amit kis papirosszeletkével könnyű bemutatni.

ki, keresztül jönnek Nagy-Britannián, Németországon s így jutnak el hazánkba, majd esetleg Oroszországba, de ott rendszeren a monzún komplikált mozgásai miatt elszélednek, feloszlanak. A ciklón magja néha tőlünk északra, néha délre vonul át, legtöbb esőt akkor kapunk, ha a ciklón magja hazánk köze-



17. ábra. A ciklónok időjárásának térképe.

pén vonul át. Ilyenkor először délies szelet érzünk, aztán szélcsendes, országos eső következik, majd a ciklón elvonulásával megjön az északi szél, az idő kiderül s egy-két napi északi szél után végleg elmúlik a tünemény. Időjárásunk rendszeren azon alapul, hogy a távirati úton jelzett ciklónok vonulás-irányát és fejlődését figyelemmel kísérjük. (17. ábra.)

Meteorológiai könyveink beszélnek úgynevezett anticiklónokról is. Ezek olyan örvénylések volnának, amelyek az északi féltekén az óramutató forgásával megegyező, a délin ellenkező értelműek. Ezekben a földforgás kitérő hatása centripetális, de fenn erősebben, mint a földfelszínen. Ezért fenn a magasban összefutna a levegő, az anticiklón tengelyében leszállna s a földfelszínen szétáramlana. Ilyenkor száraz, derült idő van.

Ezek az anticiklónok azonban csak a szobában elméletileg kisütött tünetények. Időjelző (prognozis) térképeink ilyent sohasem mutatnak. Létezésüket teljes joggal kétségbe vonhatjuk.

F) Lokális szelek.

Ezeken a nagyszerű szélrendszereken kívül vannak kisebb kiterjedésű, de nem kevésbé fontos, lokális szelek is. Ezek közül a következők a nevezetesek:

1. *A tengerparti szél.* A forró égövön a nappal az az időszak, amikor a melegháztartás nyereséggel jár s az éjjel az az időszak, amikor a melegháztartás veszteséggel jár. Ezért nappal a nyári monzúnhoz, éjjel a téli monzúnhoz hasonlító szél keletkezik a tengerpartok közelében. Különösen a nappali szél nevezetes, mert a tenger felől hűvös légáramlatot hoz a forró szárazföldre. Minden forróégövi tengerparton ismeretes. Reggel 9—10-kor szokott kezdődni, délután 2 órára ér be legmesszebb a szárazföldre, aztán megint elcsöndesedik. Ilyenkor legkellemetle-

nebb a meleg. Éjjel aztán megjelenik a száraz-földi szél.

2. *A völgyi és hegyi szél.* Ez is naponta változó szél. Nappal a hegytetővel érintkező levegő gyorsabban átmelegszik, mint az ugyanolyan magasan levő levegőréteg a síkság felett. Ezért a levegő megindul a síkság felől a hegy felé, a hegyen fölemelkedik s a síkság fölött csöndesen alászáll. Ilyenkor látjuk a hegyen fölemelkedő levegőben a felhőképződést s azt mondjuk, hogy a „hegyek pipáznak“. Éjjel a hegyi levegő hűl le gyorsabban s azért a hegyről fut le a levegő a síkságra. Nagyszerűen látni ezt a tüneményt a Himalájában. Ott a nappal fuvó völgyi szél viharerejű s mindennap pontosan megjelenik. Ilyenkor a Himalájában járók kénytelenek szélvédett helyen megvárni a vihar elmúltát.

3. *A forró égővi ciklónok.* A passzát-szelek külső határa táján, a lefelé szálló légáramlás zónájának az egyenlítő felé néző oldalán kis terjedelmű, de annál hevesebben örvénylő, forgó szél szokott keletkezni. Ez is az északi féltekén az óramutató forgásával ellenkező értelemben kering, közepén a légnyomás leszáll 700 mm.-re is s az örvénylő szél sebessége eléri az 50 m/sec. sebességet is. Ez már falakat dönt, hatalmas fákat csavar ki s az emberi alkotásokban rettenetes károkat okoz. Az örvénylés oka tulajdonképpen még nem egészen világos. Valószínűleg a leszállás közben erősen felmelegedett passzát fölött a kisugárzás miatt erősen lehűlt antipasszát igen erős, lokális, éles elhatárolású labilitást okoz s

az alsó, meleg levegő roppant hevesen áramlik fölfelé, a mi zivatarjainkhoz hasonló módon, de sokkal nagyobb magasságra. Mint a teknőből az alsó lyukon kifolyó víz, forgásba jön, a területtartás elve miatt, t. i. a kifolyó nyíláshoz nem egyenes úton áramló vírzszecskék közelednek a forgás tengelyéhez, vezető sugaruk rövidül, tehát kerületi sebességük nő. Ilyen okból támad a kádból vagy a teknőből kifolyó vízben is, meg az alulról felfelé rohanó légtömegben is igen heves forgás.

A forró égővi forgószelek, vagy ciklónok leginkább a kontinensek keleti partjai előtt, a térítők mentén szoktak támadni. Az északi féltekén tehát különösen a nyugat-indiai szigetek előtt, az Atlanti-oceánon; Ázsia keleti partjai előtt, Japán, Formoza és a Fülöp-szigetek vidékén a Csendes-oceánon. Itt a khinai hajósok tai-funnak (nagy, nagyszerű szél) nevezik. Tudjuk, hogy milyen sok kárt tesznek a hajókban.

Rendesen északkeletről indulnak ki, a passzát szelekkel együtt délnyugatra vonulnak, aztán a kontinens partjaihoz jutva, nyugatra, majd északnyugatra, végre északkeletre fordulva, elgyöngülnek, kiterjednek s gyakran mint széles, nagy, mérsékelt égővi ciklónok folytatják útjukat az oceánokon keresztül Európa, illetőleg az ellaposodott tai-funok Észak-Amerika felé.

A déli féltekén Afrika délkeleti partjai előtt keletkeznek a Mauritius-orkánok.

4. *A tornádók* az előbbiekhöz hasonló szelek, de a mérsékelt égöveken szoktak megjelenni. Ezek még

kisebb terjedelmű forgó szelek, de heveségük még az előbbieket is felülmulja. Elég gyakoriak az Észak-Amerikai Egyesült-Államok déli államaiban, különösen a Mississippí síkságán. Oly heves örvénylések, hogy semmi sem áll ellen nekik, még az embert, sőt a lovat is képesek a levegőbe fölragadni. Volt ilyen tornádó hazánkban is. Az egyik Novszka, horvátországi vasútállomáson üres vasúti teherkocsikat a táviródrótokon keresztül hajított ki a pályáról, anélkül, hogy a drótok megsérültek volna. (1892. máj. 31.) A másik kis terjedelmű tornádó 1907. máj. 25-én volt Erdélyben, Udvarhely vármegyében. A harmadik volt a legnagyobb, 1912. máj. 12-én, szintén Erdélyben. Ez Szolnok-Doboka vármegyében, Deés környékéről indult ki, először Bálványosváralját pusztította el, aztán délkeletnek vágott Erked, Szászmáté vidékére s a Hargita erdeiben ért véget. Pusztítása rettenetes volt.

5. A tornádóhoz hasonló de egészen kis forgószelek a legtöbb, meleg, nyári napon, zivataros időjárás idején észlelhetők az Alföldön is. („Mintha füstokádó nagy kémény szaladna”... „Túl a tornyon, melyet porból rakott a szél” stb.). Sivatagokon vannak erősebbek is, ezeket trombának nevezik. A tavakon és tengereken por helyett a vizet kapják föl, így támadnak a víztölcsérek.

6. A zivataros tünetmények csoportjába tartoznak még a száraz vidékek heves, rövid ideig tartó szélrohamai is, valószínűleg kisebb-nagyobb terjedelmű forgószelek. Ilyen a *számum* a Szaharán, a *sárga szél* a mongol pusztákon, a *burán* a dél-orsz pusztákon

és Szibíriában, a *pampero* az argentinai pampákon, a *chamzin* Egyiptomban stb.

7. A mérsékelt égövi depressziókat kísérő szelek hegyeken kelve át, a hegyekről hatalmasan megerősödött fön-szelek alakjában rohannak le. Ilyen a *föhn* az Alpok északi lejtőjén, a *mistral* a francia és olasz Riviérán s általában a Provenceban, a *bora* az Adrián, a *nemere* a Székelyföldön, a *kossava* az Aldunán, a *főszél*, vagy *vázsonyi szél* a Balaton északi partján stb.

IV. F e j e z e t.

A levegő nedvessége és a csapadék.

A) Páratartalom és nedvesség.

A levegőben mindig van vízgőz. Teljesen száraz levegőt még laboratóriumban is nehéz előállítani. Van rá módunk, hogy megmérjük a levegő egy köbméterében foglalt pára mennyiségét. Ezt nevezzük *páratartalomnak*. A levegőbe nem fér el tetszőleges mennyiségű pára, hanem annál több, minél melegebb a levegő. Általában, kerek számban:

ha a levegő hőmérséklete	-10°	0°	$+10^{\circ}$	$+20^{\circ}$	$+30^{\circ}$
maximális páratartalom	2.2	5 ^o	9	17	30

gramm köbméterenkint. Hideg levegőbe tehát aránylag kevés a pára, de a meleg levegőbe rengeteg sok fér bele.

Ha a levegőben annyi pára van, amennyi az illető

hőmérsékleten belefér, akkor a levegőt *párateltnek* mondjuk. Ennél több nem lehet benne.

A levegő rendes körülmények közt nem páratelt, hanem a beleférő páramennyiségnek csak egy része van benne. *Azt a viszonyt, ami a levegőben benne foglalt és beleférő páramennyiség között van, nevezzük a levegő nedvességének.* Percentekben szoktuk kifejezni. Ha azt mondjuk, hogy a levegő nedvessége 75%, ez annyit jelent, hogy a levegőbe az illető hőmérsékleten beleférő páramennyiségnek csak $\frac{3}{4}$ része, vagyis 75%-a van valóban jelen. Pl. ha a levegő 20°-os és a benne levő páramennyiség 8.5 gr. köbméterenkint, akkor mondhatjuk, hogy a levegő nedvessége 50%-os, mert 20°-on a levegőbe 17 gr. fér bele m³-enkint; 8.5 gr. pedig a 17 gr.-nak 50%-a.

A levegő nedvessége megváltozhatik, ha a páratartalom megváltozik, vagy ha a levegő hőmérséklete megváltozik. A vízzel érintkező levegő nedvessége mindaddig nő, amíg páratelt nem lesz. A levegőben a páratartalmat csökkenteni nehéz. Higroszkopikus anyagokkal, pl. száraz kénsavval, bizonyos sókkal stb. vonhatjuk ki belőle. Sokkal fontosabb ránk nézve az a tünet, hogy a levegő nedvessége megváltozhatik a hőmérséklet változásával. A páratartalom maradjon ugyanaz s ha a levegőt lehűtjük, nedvessége nő s ha a levegőt fölmelegítjük, nedvessége csökkenik. Vegyünk pl. 0°-os, páratelt levegőt. Ebben van köbméterenkint 5 gr. pára. Melegítsük föl ezt a levegőt 30°-ra. Akkor páratartalma nem változik, de párabefogadó képessége 30 gr. lesz köbmé-

terenként. A benne levő 5 gr. pára a 30 gr.-nak $\frac{1}{6}$ része, tehát 17%-a. A páratelt levegőből nagyon száraz levegő lett.

B) A pára kicsapódása.

A levegőből a pára csak akkor csapódhatik ki, ha a levegő lehül.

Ha nyáron hidegvizes üveget hozunk a szobába, az üveg külső falára harmat csapódik ki. Ha télen hozunk be hidegvizes üveget a szobába, akkor harmat az üveg falára nem csapódik ki. Mi ennek az oka? Nyáron a szobában lehűtöttük a külső, meleg levegőt pl. 20°-ra s közel van a párateltséghez. Legyen benne pl. m³-enkint 16 gr. pára, tehát majdnem páratelt. A behozott víz hőmérséklete 12°, az üveg is ilyen lesz tőle. Ez a vele érintkező levegőt lehüti, 12°-ra. 12°-os levegőbe mintegy 11 gr. pára fér bele. A lehült levegőből tehát 16—11=5 gr. párának köbméterenkint ki kell csapódnia. Ez a kicsapódott pára harmatosítja be az üveg külső falát. — Télen a külső, mondjuk 0°-os, páratelt levegőt fölmelegítjük 20°-ra a fűtött szobában. 0°-os, páratelt levegőben m³-enkint 5 gr. pára van, 20°-os levegőbe belefér 17 gr., tehát a szobalevegő nedvessége csak mintegy 30%, vagyis olyan száraz, mint a pusztákon, sivatagokon szokott lenni. Ezért nem maradnak meg a növények a fűtött szobában. Ha ide hozunk be 12°-os vizet, az nem képes annyira lehűteni a levegőt magakörül, hogy harmat képződjék. Jéggel telt edény a téli szobában is be fog harmatosodni.

A szabad természetben két fő esetet különböztetünk meg a lehülést illetően.

1. Lehülhet maga a levegő. Akkor felhő vagy köd keletkezik, majd eső, jégeső, hó stb.

2. Előbb lehülhet a földfelszín, a tárgyak stb. Akkor ezekre csapódik ki a pára s lesz belőle harmat, vagy dér.

A felhő a magasabb légrétegekben keletkezett köd. A felhő vagy köd parányi, cseppfolyós halmazállapotú vízgömböcskékkel kevert levegőhalmaz. A parányi gömböcskék azért maradnak lebegve, mert nagyon kicsinyek (l. 11. lap). Ha azonban a párakicsapódás tovább tart, akkor a kis gömböcskék megnövekednek a mindig több és több, hozzájuk tapadó molekulával s lassankint „szemetelni“ kezd az eső, a ködszemcsék nem képesek tovább lebegni, hanem aláhullanak. Eleinte lassan, de aztán útközben gyorsan meghízhatnak s a felhő alján már mint jókora esőcsöppek jönnek ki a felhőből.

Néha a levegő olyan sebesen áramlik fölfelé, hogy magával ragadja a kis cseppeket, olyan magas régiókba, hogy ott megfagynak. Kis jég szem lesz belőlük. Hőmérsékletük abban a 15—20 km. magasságban mélyen a 0° alá kerül. Visszapottyánva, rájuk fagy még a felhőből sok kis szemcse, úgy hogy jókorára meghízhatnak. Nyáron a levegő hőmérséklete 20 km. magasságban —40, —50° lehet, gondolhatjuk, hogy a visszatérő, ilyen alacsony hőmérsékletű jég szemecske galambtojás nagyságúra is meghízhatik a reá fagyó cseppektől.

Ha a magasban megeredő eső télen, vagy éjjel, inverzió idején, az alsóbb, 0° -nál hidegebb légrétegekbe kerül, ott is megfagyhat s lesz belőle dara, vagy ólmos eső stb.

Ha fenn a magasban a kicsapódás csak 0° alatt kezdődik meg, akkor nem cseppfolyós halmazállapotú gömböcskék, hanem kis jégkristályok keletkeznek. A jégnek hatszöges rendszerű kristályai vannak, tehát az első, lebegő kis képződmények hatszöges kis lapocskák. Néha hatszöges kis prizmák. Ilyen kis prizmákból vannak gyakran a fehér pehelyfelhők, nagy magasságában. Azért Nap-udvarok, Hold-udvarok, szivárványos gyűrűk látszanak a két égitest körül.

Az először képződött kis jéglapocskának szögletei sugározzák ki leghevesebben melegüket. Ezért a következő kis kristályok az elsőnek a sarkainál fognak képződni s így tovább. Ezért keletkeznek többé-kevésbé szabályos, kis, hatszöges csillagocskák, a hópehelyek. Nagy hidegben vastagok a kis lemezkék, kicsinyek a hópehelyek, hamar lehullanak. Enyhe időben vékonyak a lemezkék, nagy hópehelyek képződhetnek.

Az esőcseppek gyors kicsapódás esetén nagyok, lassú kicsapódás idején kicsinyek. Gyors kicsapódás van a zivatarban, ilyenkor nagy cseppek keletkeznek. Ha a cseppek magasról hullanak, akkor nagyon fölfeccsennek a földön. A nép azt mondja, hogy az ilyen eső nem tartós. Igaza van, mert magasan csak akkor kezdődik a pára kicsapódás, ha a levegő arány-

lag száraz. Ilyenkor pedig nem szokott tartós eső lenni.

Az esőcseppek útközben változtatják alakjukat. Rezgő mozgást végeznek, majd kinyulnak, majd szétlapulnak. Ezért nagyon súrlódnak a levegőhöz s lassabban esnek le, mintha szilárdak volnának. Ez az oka annak, hogy a jégeső, ha esővel vegyesen hull, nem tesz kárt, mert a jégszemek folyton a lassan hulló esőcseppekbe ütközve, elvesztik nagy sebességüket s nem ütnek nagyot a növénylevelekre. De ha a jég szárazon, eső nélkül hull, akkor rettenetes sebességgel érhet a Föld felszínére.

Ha a földi tárgyak felszine az éjjeli kisugárzás következtében jobban lehül, mint a levegő, a vele érintkező, legalsó légrétegek is lehülnek s esetleg kicsapódik belőlük a pára a földi tárgyak felszínére. Ha a kicsapódás 0° fölött történik, akkor harmat, ha pedig 0° alatt, akkor dér keletkezik. A déren megfigyelhető, hogy különösen a tárgyak éleit, csúcsait lepi el, mert azok hülnek le leggyorsabban.

A harmatképződés megindulásakor elérte a lehülés a minimumát. Mert ezentúl minden további hőveszteség már csak halmazállapotváltozást okoz s a hőmérséklet alább nem száll. Ezért a májusi fagyok idején éjjel a gazda megnyugodva tér pihenni, ha látja, hogy harmat kezdett kicsapódni, mert akkor tudja, hogy fagy már nem lesz.

Száraz vidékeken a harmatnak nagy gazdasági jelentősége van.

C) A levegő lehülésének okai.

Az előbb már láttuk, hogy éjjeli kisugárzás következtében a földfelszín lehülhet s a vele érintkező levegő is lehülhet s akkor harmat, vagy dér keletkezik. A levegő lehülésének ez az egyik lehetséges oka. A tengeráramlások közt vannak olyanok, amelyek a sarkok felől nagyon hideg vizet szállítanak a melegebb égövek felé. Ez a nagy tömeg hideg víz nagyobb vastagságban lehűtheti a levegőt a telítés fokán alul. Ezért vékony ködréteg támad az ilyen áramlások fölött. Vladivosztok, New-York és Valparaiso kikötője előtt ez gyakori jelenség. A magas árbocú vitorlánhajók árbocának csúcsa már kinn van a ködből, de a hajó mégis veszedelemmel küzd a part közelének szikláí miatt.

Nagy csapadék azonban így nem keletkezhetik.

Elgondolhatjuk, hogy maga a levegő is kisugározza melegét a világtér felé s az is lehülhet a telítés fokán alul. Valóban így is van. A levegő lehül kisugárzás miatt, képződik is felhő. Ilyeneket látunk esténkint megjelenni, mint homályos, rendszeren már árnyékos lepleket. Az alkonyi égen éléről látjuk őket, tehát mint keskeny, sötét csíkok mutatkoznak az alkonyég fényes, aranyos vagy piros hátterén. De amint ilyen felhők képződtek, a további kisugárzás már megakad s így a lehülés is. De más oka is van annak, hogy ilyenkor felhő nem képződik tovább. Ezt majd később fogjuk taglalni.

Lehet elgondolni, hogy páratelt, meleg levegő

keveredik páratelt hideg levegővel s akkor keletkezhetik kicsapódás. Egyszerű számítás megmutatja, hogy így nagy párakicsapódás nem keletkezhetik, még ha teljes keveredést teszünk is föl, pedig ez majdnem lehetetlen.*)

Nem sokat kell azonban gondolkoznunk, mindjárt rájövünk arra a nagy okra, amely minden nagy csapadéknak egyedüli, kizárólagos oka. Tudjuk, hogy amint a levegő bármi okból fölemelkedik, minden 100 m.-nyi emelkedésével egy fokkal lehül.

A levegő fölemelkedése az a hatalmas ok, amely minden jelentékenyebb csapadéknak szülője.

Nyáron a levegő hőmérséklete fölemelkedik gyakran 30° -ra. Tegyük föl, mint normális esetet, hogy nevéssége legyen 66%, tehát köbméterenkint van benne 20 gr. pára. Labilis egyensúlyi állapotba került a levegő s rohamosan kezd felemelkedni. Minden 100 m.-nyi emelkedés következtében 1° -kal lehül, tehát hőmérséklete 100 m. magasan 29° , 500 m. magasan 25° , 700 m. magasan 23° lesz, 23° -os levegőbe csak

* Tegyük föl, hogy 0° -os, páratelt levegő keveredik $+30^{\circ}$ -os páratelt levegővel. Ez elég szélsőséges, majdnem lehetetlen eset. Mindkettőből vegyünk ki egy-egy köbmétert s keverjük össze. A keverék hőmérséklete $+15^{\circ}$, számtani közép lesz. A hideg köbméterben van 5 gr., a melegben 30 gr., a kettőben együtt 35 gr. A keverék egy köbméterében tehát ennek fele, 17.5 gr. A 15° -os levegőbe köbméterenkint csak 12.7 gr. fér bele, tehát $17.5 - 12.7 = 4.8$ gr. kicsapódik, minden köbméterből. A szélsőséges esetre való tekintettel s a párakicsapódás következtében felszabaduló melegre is gondolva, ez jelentéktelen.

20 gr. pára fér, tehát itt már páratelt lesz a levegő s felhő képződik, sőt további emelkedéssel megered belőle az eső.

Amint a párakicsapódás megindult, az emelkedés következtében többé nem hűl a levegő egy fokkal 100 m.-kint, hanem a felszabaduló párolgási hő miatt ezentúl csak 0.5° -kal. Így tehát hőmérséklete 800 m.-en 22.5° , 1000 m.-en 21.5° , 2000 m.-en 16.5° , 4000 m.-en 6.5° lesz. Ebbe a hideg levegőbe már csak 7 gr. fér bele, tehát köbméterenkint 13 gr.-nak ki kellett csapódnia.

Ennél sokkal szélsőségesebb esetek is vannak a levegő nem 4 km., hanem 20 km. magasságig is föl-emelkedik. Gondolhatjuk, hogy milyen felhőszakadás, milyen özönvíz lehet ennek a következménye!

Ennek a rendkívül fontos törvénynek megállapítása után nem szabad ennek a fordítottjáról sem megfeledkeznünk.

Ha a levegő bármi okból lefelé száll, akkor nedvessége állandóan csökkenik, kiszárad.

Tegyük föl, hogy 4000 m. magasságból -10° -os páratelt levegő indul le. Van benne tehát 2.2 gr. pára köbméterenkint. Mire a földre ér, hőmérséklete $+30^{\circ}$ lesz, páratartalma változatlan, tehát nedvessége $100 \times 2.2 : 30 = 7\%$.

Ilyen száraz levegő csak sivatagokon lehet, ott sem gyakran.

D) A felfelé szálló légáramlások.

Nézzük már most meg, hol és miért emelkedik föl a levegő.

a) Labilis egyensúlyi állapot esetén a levegő kénytelen fölemelkedni. Ilyenkor keletkezik a zivatar.

Délelőtt a Nap erősen melegíti a Föld felszínét s ez a levegőt. A legalsó rétegekben lassankint labilitás keletkezik. Apró kis áramlások, úgynevezett konvekciós áramok keletkeznek, ezek szállítják föl a meleg levegőt és le a hideget. Ezért látjuk a szántóföld fölött, vagy a cseréptető fölött reszketni a levegőt; ilyenkor a mérnök abba hagyja a mezei munkát, mert távcsövén át nem lát nyugodt, hanem zürzavaros, reszkető képet. A kis konvekciós áramok lassan fölhatolnak s szorgalmasan kiegyensúlyozzák a labilitást. A konvekcióval fölemelkedő kis levegőtömegek is bizonyos magasságban, 1000—2000 m.-ben eléri, folyton lehűlve, a telítés fokát s felhők jelennek meg az égen. Vízszintes, lapos aljuk van s hófehér, éles szélű, dudoros tetejük. Mind pontosan egy magasságban lebegnek. Csendesen szállnak tova, estefelé eltűnnek, amikor a melegedés megszűnik. Ezeket a felhőket *kumulusz*-felhőknek nevezzük. (18. ábr. A).

Ha a konvekciós áramok, itt-ott egy kis forgószél a labilitást le tudják győzni, akkor a meleg nap minden katasztrófa nélkül elmúlt.

De ha a konvekciós áramoknak nem sikerült a labilitást kiegyensúlyozni, a melegedés túlerős, akkor

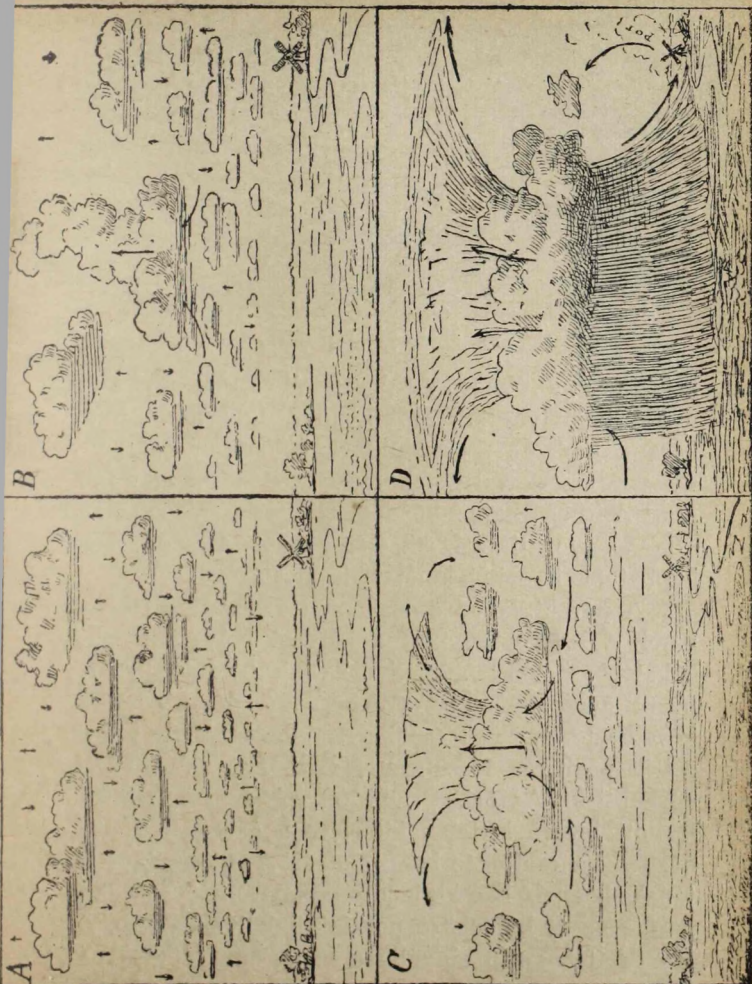
egyetlen nagy rohamban száll fel az alsó, túlmelegedett levegő s kitör a zivatar.

A kumulusz-felhők egyike elkezd növekedni, tornyosulni, hatalmas arányokat ölt (18. ábra, B). Teteje eléri a 15—20 km. magasságot s ott egyszerre, mint ha szilárd, vízszintes mennyezethez érkezett volna, szétterül (18. ábra C) s fehér, foszladozó szélű párkánnyal elvégződik. Ez a láthatatlan mennyezet, amibe látszólag beleütközik, ez a felső inverzió zónája, aránylag meleg légréteg.

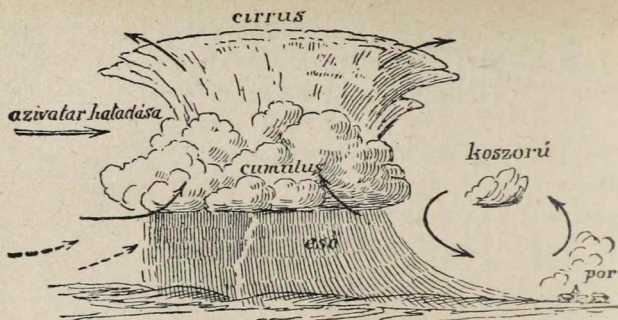
A hatalmasan fejlődő kumulusz-felhőkből nemsokára megered az eső, esetleg jég, villámok lobognak s mennydörgés hallatszik (18. ábra, D).

A tüneményt az uralkodó légáramlás felénk hozza. A szakadó záportól lehűtött levegő és a még meg nem ázott terület rekkenő hőségű levegője közt heves cirkuláció támad. A zivatar elején, a zápor szélén leszáll a levegő, a földszinten előre fut és gyorsan felemelkedik. Ezt a viharerős szelet kapjuk meg először a zivatarból. Mivel rohamosan felfelé szálló szél, tehát felkapja az utca porát, csapkodja az ajtókat, ablakokat, a felhőig emeli a port, leveleket, szemetet. A felfelé szálló szél amint eléri a zivatarfelhő talpának magasságát, ebből is felhő csapódik ki. Mint gyorsan kavargó, sötét koszorú látszik az esőtől egyformán homályos, ólomszínű háttér előtt (19. ábra).

A fejünk fölött keletkezett zivatar természetesen nagyon váratlanul fejlődhetik felhőszakadássá is. A rendes légáramlással közeledő zivatart azonban a



18. ábra. Kumulusz-felhők és zivatar keletkezése.



19. ábra. Zivatar rajza.

koszorúról, az ólmos kumuluszokról és a fölöttük előre nyúló, homályos ernyőről könnyű felismerni. Mint-hogy nálunk az uralkodó szél, különösen nyáron, a nyugati, azért a legtöbb nyári zivatar nyugat felől jön. Április, május hónapokban még nincs olyan állandó nyugati szél, sőt elég gyakori a keleti, azért kaphatunk ilyenkor keletről is zivatarokat.

A párakicsapódás centrumai a negatív töltésű ionok a levegőben. (Ezt a kérdést helyszűke miatt behatóbban nem tanulmányozhatjuk, de a geográfusra nézve nem is nagyon érdekes.) A párakicsapódás következtében tehát a felhővel elhomályosított levegőben pozitív feszültség támad. Ezt aztán villám egyenlíti ki. Az óriási szikrától robbanásszerűen felizzított levegő hirtelen kiterjedése okozza a csattanást. Ez a csattanás hosszú útról, a villámszikra útjának hosszú, kacskaringós vonaláról jó fülünkbe, persze az út különböző pontjairól különböző időben. Így tehát hosszan elnyúlik a hang, mint dörgés.

Ha a zivatar igen heves, akkor jégeső is képződhetik. A jégszemeket gyakran a záporokon kívül, a felhő elé hánnya ki. Ezek a pusztító jégverések.

b) A levegő fölemelkedik az egyenlítő mentén, mint a nagy földi cirkuláció felfelé szálló ága. Ezért az egyenlítő mentén igen sok a csapadék, egyes helyeken alig van nap, hogy eső ne esnék (Szingapur).

c) A nyári monzún a kontinensen emelkedik föl, azért ilyenkor itt sok az eső. A fölemelkedés sokszor oly heves, hogy zivataros tünetények keletkeznek.

d) A levegő fölemelkedik a mérsékelt égövi ciklónokban, azért ezekben is bőséges eső hull. Hazánknak legnagyobb áldásai ezek, mert ezek nélkül nagyon kevés csapadék jutna nekünk. Időjárásunkat a ciklónok teszik változatossá. Ha júliusban pl. kimaradnak, roppant szárazság lehet a következménye.

A ciklón tünetényeinek eloszlását a 17. ábra mutatja. A nagy A—B nyíl jelzi, hogy milyen irányban vonul a ciklón. Az izobáris vonalak szabálytalan, tojásdad alakban kerítik körül a minimumot. A kis nyilak a szelek irányát mutatják, a vonalkázás ott legsűrűbb, ahol legvastagabb a felhőzet és legjobban esik az eső. A gyérebbe vonalkázás a szaggatottabb és pásztásan esős felhőket jelzi. A vékony, finoman szaggatott vonalak az előrenyúló pehely- (cirrus-) felhőket jelzik. A szaggatott izotermák közül legalacsonyabb hőmérsékletű a t_1 , a legmagasabb hőmérsékletű a t_7 .

Ha már most a ciklón centruma vonul el fölötünk, akkor először délies, délkeleties szelet kapunk,

cirrus-felhők jelennek meg, a barométer süllyed. Azután beborul, megered az eső, a szél nyugatiasra fordul s a hőmérséklet alászáll. A légnyomás eléri minimumát. Utána északnyugati, majd északi szél támad, kiderül, a hőmérséklet mélyen alászáll. Némi-
míleg módosulnak a tünetmények, ha a minimum tö-
lünk északra, vagy délre vonul el.

e) A levegő fölfelé szállni kénytelen minden hegyoldalon, amely a széllel szemben áll. A legfontosabb földrajzi tünetmények keletkeznek ennek következtében, azért ezzel a problémával külön kell foglalkoznunk.

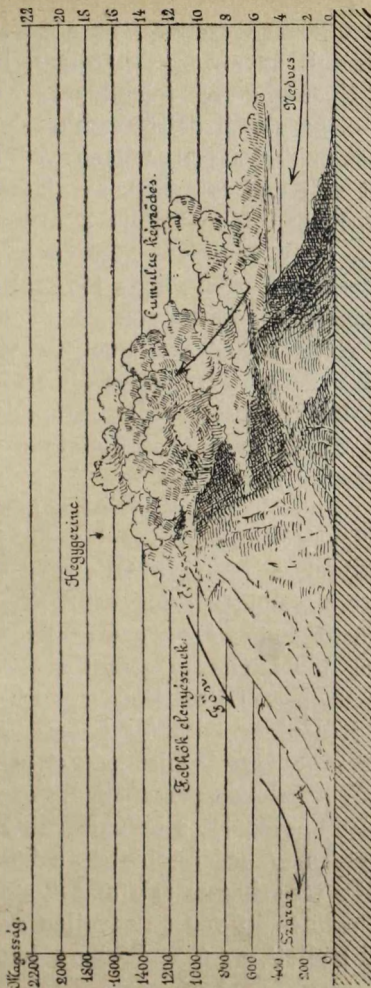
E) A fön-tünetmény.

A hegyek a szeleket nem tartóztatják föl. Ez éppen olyan volna, mintha a Dunát keresztgáttal el lehetne rekeszteni. A keresztgát megduzzasztaná a vizet, de csak annál sebesebben rohanna le a gát alsó oldalán. Így tesz a szél is.

Tegyük föl, hogy 20° -os levegő érkezik a hegy lábához s felemelkedni kénytelen. A levegő nedvessége legyen 50% (9 gr/m^3) s a hegy 2000 m. magas. A fölemelkedő légáram 100 m. -kint egy fokkal lehül, tehát 1000 m. magasságban $t=10^{\circ}$ lesz a hőmérséklete s itt páratelt lesz, mert 10° -os levegőbe csak 9 gr. fér bele köbméterenkint. Innentől kezdve tehát már csak fél fokkal fog lehűlni 100 m. -kint. 2000 m. magasan tehát $t=5^{\circ}$ s a levegő páratelt, — tehát 7 gr. van benne m^3 -enkint. Útközben tehát köbméteren-

kint 2 gr. kiesett. A hegy felhőbe van borulva, oldaltán esik az eső. A hegygerincen túl azonnal kezd a levegő alászállni. Itt már megszűnik a párakicsapódás, a felhők szétfoszlanak, eltűnnek látszanak a levegő, mire a hegy lábához ér, 20°-kal fölmelegszik, tehát hőmérséklete 25° lesz! Mint 20°-os, 50% nedvességű levegő indult el, s mint 7 gr m³ páratartalmú, tehát 30% nedvességű, 25° hőmérsékletű, viharerős szél érkezik meg! Ezt a fölmelegedett, száraz szelet nevezük fön-szélnek.

Az a melegmennyiség, ame-



20. ábra. A fön-tűnemény elmélete.

lyet útközben szerzett, az a párakicsapódáskor felszabadult úgynevezett párolgási hő.

Ilyen fön-szél jelenik meg az Alpok északi oldalán, ha a szél délről északra kénytelen átkelni az Alpokon. Tavasszal nagyon veszedelmes, mert már mint déli szél is meleg, az alászállás következtében még jobban fölmelegszik s olyan gyors hóolvadást okoz, hogy valóságos vízözön zúdul le ilyenkor a völgyeken. Tudjuk, hogy fön-szél a bora, a misztrál, a nemere, a kossava stb.

Azok a hegyek, amelyek valamely állandóan egyik irányból fúvó szélre állnak keresztben, azoknak szél felé fordított oldala csapadékos, széltől elfordult oldala száraz, esőtlen lesz. Ennek mérhetetlen geográfiai jelentősége van. Az esős oldal völgyei sokkal gyorsabban vágódnak be, mint a száraz oldaléi, a völgyek lassankint a nedves oldalról egészen visszavágódnak a száraz oldalra s a hegyláncot keresztvölgyek vagdossák keresztül. Ilyen eredete van a Vöröstoronyi-szorosnak s az Erdélyt határoló Kárpátok többi, visszavágódott völgyének (Tölgyes, Békás, Gyimes, Ojtoz, Bodzás, Zsil stb.).

Különösen feltűnő a jelenség a dél-amerikai Kordillérákon vagy Andes-hegységben. Az egyenlítő vidékén a keleties passzát-szél hozza az Atlanti-oceán páratelt levegőjét s ez a Kordillérákon fölemelkedni kénytelen. A másik oldalon, a Csendes-oceán felé leszáll s ott sohasem esik az eső. Csakugyan, az egyenlítő mentén itt van az egyetlen sivatag, a Guayaquil-öböl mellett, az ú. n. Sechura (mond Szecsura) siva-

tag. A Kordillérák keleti oldalán az Amazonas folyó felső vizei annyira visszavágódtak, hogy az Amazonasba folyó legfelső patakok vízvásztója csak 60 km. távolságra van a Csendes-oceántól. A Marayon járhatatlan, szinte infernális szurdokban töri keresztül az Andes középső és keleti láncát. De ilyen az Ucayali s a többi mellékfolyó felső völgye is.

Ezzel szemben az Andes déli végén a mérsékelt égöveket jellemző, állandó nyugati szél az uralkodó. Ezért a Csendes-oceánba folyó vizek völgyüket visszavágták a keleti, száraz oldal felé, vízvásztójuk a hegylánc keleti lábánál, a patagóniai puszták szélén van. Ez a tünetemény majdnem háborúra vezetett Chile és Argentina közt, mert az akkor még ismeretlen hegyvidéken elméletileg úgy állapították meg a két ország közös határát, hogy az „a legmagasabb csúcsokat összekötő, vízvásztó vonalon fusson végig”. Amikor aztán megismerték a hegyvidéket, kisélt, hogy a legmagasabb csúcsokat összekötő vonal nem vízvásztó vonal, Argentina a legmagasabb csúcsokat összekötő vonalat követelte, Chile pedig a vízvásztó vonalat. A két vonal közt fekvő, vitás területet aztán választott bíróság felosztotta a két állam közt.

Európán nagyon meglátszik, hogy a nyugati szél hozza ide a csapadékot. Franciaország legnagyobb része csendesesen lejt az Atlanti-oceán felé, ezért a csapadék bő és egyenletesen elosztott. De a francia Centrális-platóról keleten a Rhône völgyére leszálló szél már fön jellegű s különösen Languedoc partjai

nagyon száraz, homokbuckás lejtők. Az Alpok északnyugati lejtőjére sokkal több csapadék hull, mint a Magyarország felé fordult, keleti lejtőre. Az elzárt Wallisi völgy olyan száraz éghajlatú, hogy a magyar Alföld ismerős növényzetét látjuk díszleni a havas hegyóriások között.

A magyar medence nagyon száraz volna, valóságos puszta, ha nem enyhítenék a Kárpátok főnhatását a ciklónok. A Sváb-Bajor-medence, a Cseh-medence és a Morva-medence is szárazabb a környezeténél.

Dél-Európa három félszigetén szintén felismerjük ezt a nevezetes tünetényt. A Földközi-tenger vidékén télen esik az eső, mert akkor ki van téve a mérsékelt égővek nyugati szelének. Nyáron szárazság van, mert ilyenkor a Szahara magas légnyomású, leszálló légáramlású, sivatagi zónája terjed ki a Földközi-tenger vidékére.

A nyugati szél miatt a Pireneusi félsziget nagy folyói, a Guadiana, Tajo és Duero, mind messze keleten erednek. Keresztül folynak a spanyol fennsíkon s az Atlanti-óceánba ömlenek. Portugáliában annyi az eső, hogy itt kertészettel lehet foglalkozni, intenzívus, apró birtokokon folyó gazdálkodással. Fenn az Ó- és az Új-Castiliai platókon már jóval kevesebb az eső, itt már extenzívus gazdálkodás, pásztorkodás folyik, helyenkint nagy területek műveletlenek. A félsziget délkeleti lejtőin már olyan kevés a csapadék, hogy mesterségesen kell öntözni a kerte-

ket, a „huertákat“ és „vegákat“. Granada, Valencia, Malaga stb. öntözött kertjei valóságos oázisok.

Itália nyugati oldalán vannak a nagy folyók (Arno, Tevere, Volturno stb.). A keleti oldal száraz. különösen Apulia. Valóságos pusztaságok vannak itt, gyér földművelés és szilaj pásztorkodással legeltetik a nyáját.

A Balkán félsziget nyugati oldalán húzódnak végig a Dinári-Alpok. Ezeken hirtelen száll fel a nyugati szél. Egyes helyeken, különösen Cetinjében évente 5000 mm.-t is elér a csapadék (Budapesten 600—700 mm.). A Balkán félsziget keleti része ezzel szemben annyira száraz, hogy pl. Filippopolisz és Drinápoly környékén kénytelenek mesterségesen öntözni a földeket. A bolgár kertészek tudása innen származik.

De a Föld minden helyén ki lehet mutatni, hogy a hegységeknek az uralkodó tengeri szél felé fordult lejtője csapadékos, a másik száraz. Az Észak-Amerikai Kordillérák pacifikus lejtőjén rengeteg a csapadék, a keleti oldalon a Rocky-hegység és a préri plató valóságos pusztaság, helyenkint sivatag. A Himalája déli lejtője kapja a Föld legtöbb csapadékát, az északi lejtő száraz pusztaság stb. A zárt medencék rendszeren nagyon szárazok, mint pl. a Perzsa vagy Iráni medence, a Turáni-alföld, a Kelet-Turkesztáni medence stb.

Az uralkodó szelek irányával párhuzamos hegyek vízválasztója egybe esik a legmagasabb gerincvel és csúcsokkal. Ezeken nagyon nehéz átjárni. Ilyen

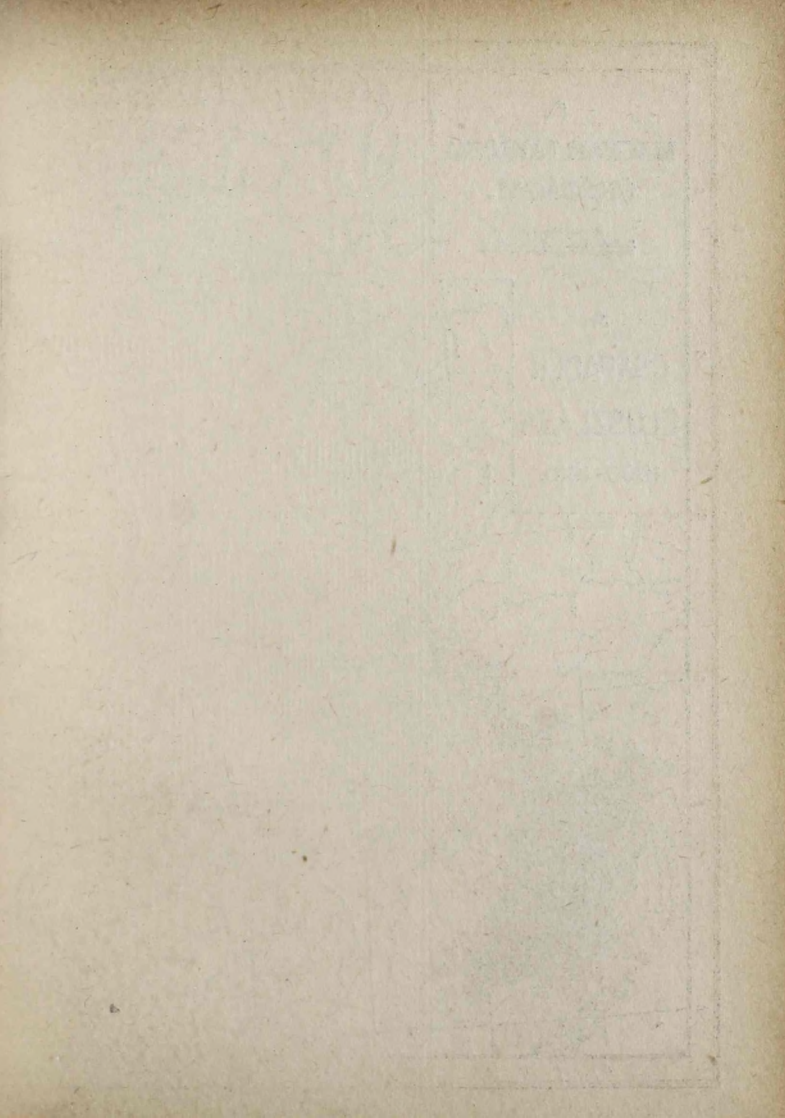
a Pireneus-hegység. Egyetlen vasút sem vezet át rajta s ilyen a Hohe-Tauern a keleti Alpokban. Ezen sem vezet át, 300 km. hosszúságban, egyetlen kocsi-val járható hágó sem.

F) A csapadék földrajzi eloszlása.

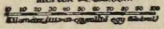
A földre hulló csapadék mennyiségét úgy mérjük, hogy megállapítjuk, milyen vastag rétegben borítaná a csapadékvíz a Föld felszínét, ha semmi sem folyna le, semmi sem szivárogná el és semmi sem párologná el a csapadékból. Az esőmérő hengeralakú edény, amelyben összegyűl a behullott eső és hó s megmérhetjük, milyen magas rétegben borítja az edény fenekét. Rendes, kiadós eső egy nap alatt mintegy 10—20—30 mm. magasságot ér el. Vannak záporok, amikor egy óra alatt lehull 30—40 esetleg 60—80 mm. magasságú eső. Ez utóbbi már katasztrófális vízáradást okoz.

A mi Alföldünkön az egy év alatt lehullott összes csapadék mennyisége 600 mm.-t tesz ki, rendszeren. Vannak évek, amikor 700—800 mm. is lehull, de viszont vannak sanyarú, aszályos esztendő, amikor az évi csapadék mennyisége nem tesz ki többet 400—500 mm.-nél.

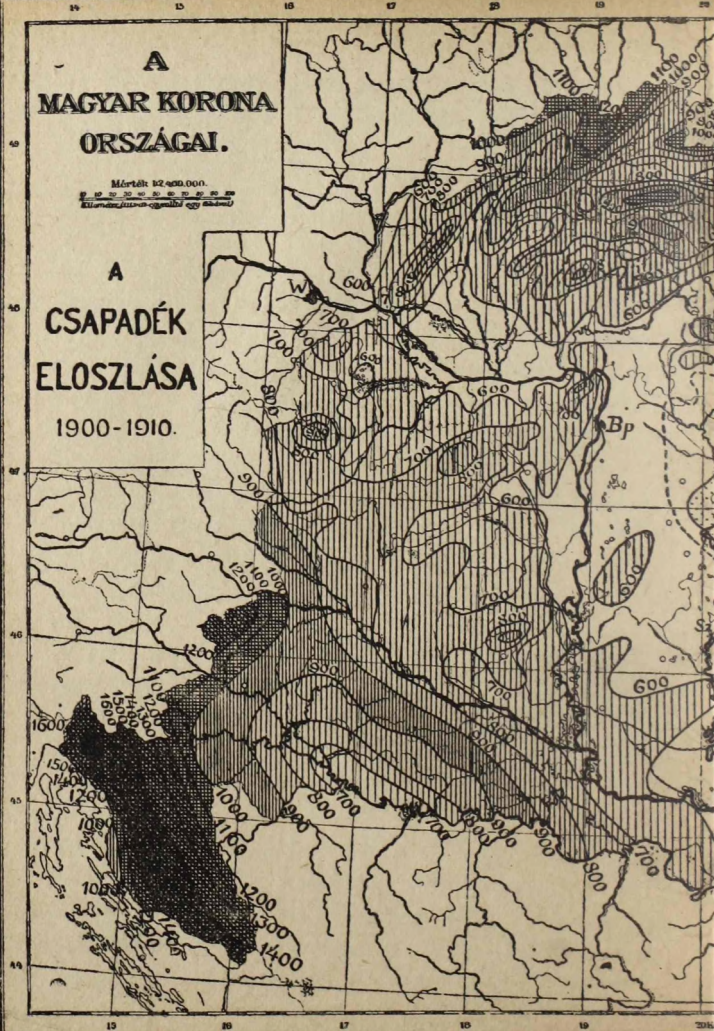
A Dunántúl Komárom vidéke és a Balaton keleti vidéke nagyon száraz, szárazabb, mint az Alföld, de viszont a halom- és hegy-vidékek több csapadékot kapnak. A Felvidék hegyei közt már 1000 mm. az évi rendszeres csapadékösszeg, a Máramarosi Havasok-

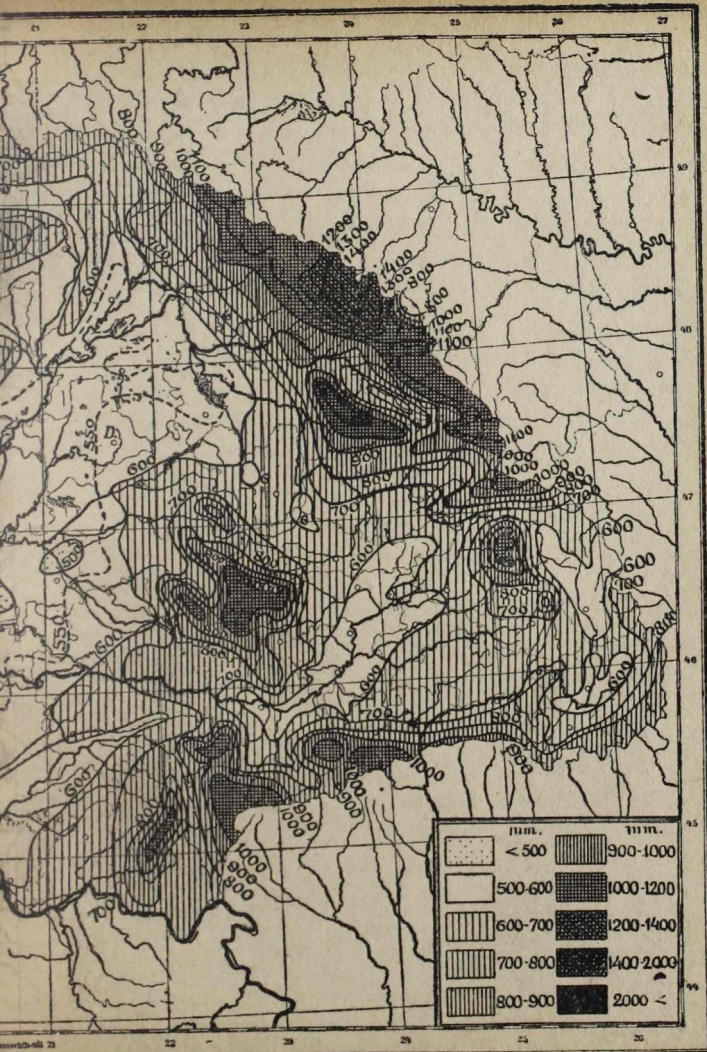


**A
MAGYAR KORONA
ORSZÁGAI.**

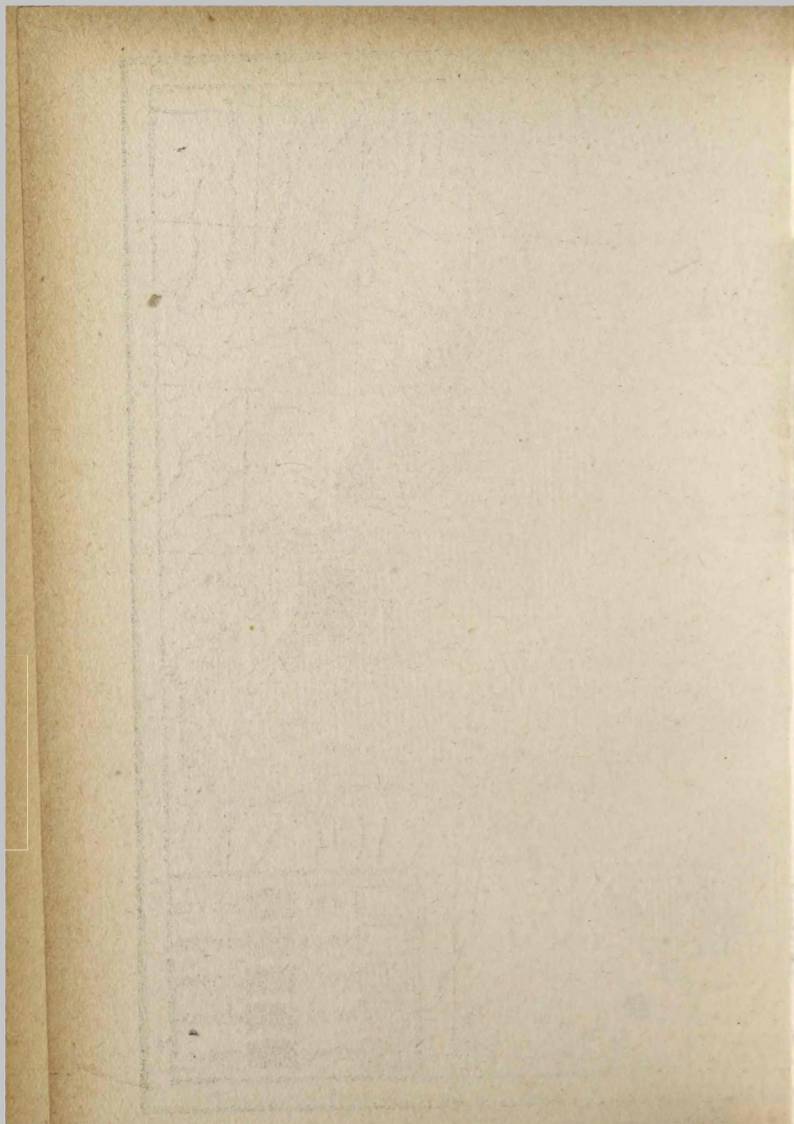
Mérték: 1:2.000.000.

 Budapesti Királyi Egyetem

**A
CSAPADÉK
ELOSZLÁSA
1900-1910.**





csapadék-térképe.



ban eléri az 1600 mm.-t is. A Bihar-hegységben, a Keleti- és Déli-Kárpátokban szintén 1000 mm. Az Erdélyi-Medencében, mint hegyekkel körülzárt mélyedésben szintén 600 mm. az évi közepes csapadék. A Magyar Szent Korona Országainak területén legtöbb eső hull a Karszt-hegységben; Fuzsine meteorológiai állomáson az évi csapadék összege 2500 mm. körül van. De az egész Karszton mindenfelé több az eső, mint 1200 mm.

A 21. ábra bemutatja Magyarország csapadék-eloszlásának térképét. Az egyenlő csapadékú helyeket összekötő vonalakat *izohiéták*-nak nevezzük. A 22. ábrán viszont az egész Föld csapadék-térképét látjuk.

Az egész Földön legtöbb csapadékot mérték Cserrapundsi meteorológiai állomáson, Kelet-India keleti szélén, a Patkoi-Arakan hegylánc déli lejtőjén, a Gangesz deltája fölött. Itt az évi csapadék 3 évi átlag szerint 11.789 mm. óriási mennyiség! Vannak olyan napok, hogy egyetlen nap alatt egy méternyi csapadék hull le, tehát több, mint Budapesten egész évben. De bő csapadékot kap a Himálaja déli lejtője, sőt egész India és Hátsó-India is. Nagyon esősek az egyenlítő mentén fekvő Hátsó-Indiai szigetek, Szumatra, Jáva, Borneo, Celebesz, Uj-Guinea stb. is.

Afrikában legtöbb eső hull a Kameruni öböl környékén, különösen a Kamerun-hegységben (9000 mm.). A Kongo medencéje nagyon csapadékos, ezért olyan bővizű a Kongó-folyó.

Földünk egyik legesősebb területe az Amazonas medencéje. Az egyenlítőn van s a passzát-szelek akadálytalanul szállítják be az Atlanti-óceán páratelt levegőjét a kontinens fölé. Ezért az Amazonas, a Kongo, a Gangesz és az Irvadi Földünk legbővebb vizű folyói.

Észak-Amerika legcsapadékosabb vidéke a Kordillérák pacifikus lejtője, Alaszkától egész Californiáig. A nyugati szél itt igen hirtelen kénytelen föl-emelkedni a Kordillérákra. California már a nagy légnyomások zónájában van, déli része sivatag. Észak-Amerika délkeleti része, a Szt. Lőrinc-folyó torkolati vidékétől egész a Mississippi torkolati vidékéig a nyári monzún miatt szintén bő csapadékban részesül.

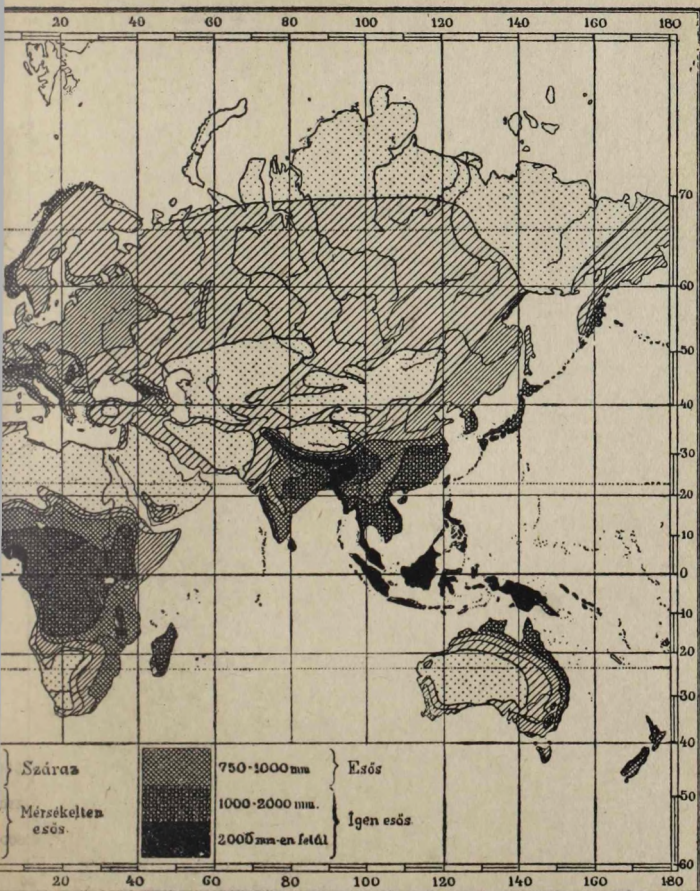
Európa legcsapadékosabb vidéke a Dinári Alpok, az Alpok, a Pireneusok vidéke, továbbá Nagy-Britannia nyugati lejtői. Skóciában a magas hegyekben a 4000 mm.-t is felmulja. Anglia keleti partjain az évi csapadék 600 mm.-re száll alá. Norvégia nyugati partjai már valamivel kevesebb csapadékot kapnak, nem emelkedik sehol sem 2000 mm fölé. A sarkvidékeken általában nagyon kevés a csapadék, azért Norvégia északi része szintén nagyon esőtlen.

A Föld legszárazabb területei: a Szahara (Vadi Halfa egyiptomi állomáson 10 év alatt összesen 20 mm. csapadékot jegyeztek, az évi átlag tehát 2 mm.); Arábia, Perzsia sivatagjai, Kelet-Turkesztán, továbbá Észak-Amerikában a Mojave-sivatag, Dél-Amerikában az Atacama-sivatag, Dél-Afrikában Német-Délnyugat-Afrika és végül Ausztrália belseje.



87. oldalhoz.

22. ábra. A F



esapadék-térképe.

Csodálatosan kevés a csapadék a Sarkvidékeken. A Spitzbergákon mintegy 200 mm., az Antarktison még kevesebb.

G) A csapadék évi ingadozása.

A csapadék évi eloszlását rendszeresen sok évi közepes havi összegekben szokás feltüntetni. A csapadék évi ingadozását a szelek járásának váltakozása okozza. Ezért a következőket kell megjegyeznünk:

1. Az egyenlítőn napéjegyenlőségek idején, tehát márciusban és szeptemberben van legtöbb eső, mert a Nap akkor delel az egyenlítő fölött a zeniten. Innen északra és délre a forró égöv északi és déli szélén olyan zónák vannak, amelyekben csak nyáron van az esőzések maximuma, az év többi részén kevés az eső. Az előbbi zónát a két periódusos ekvatoriális esők zónájának, az utóbbi kettőt az egy periódusos nyári esőzések zónájának nevezzük. Észak-Afrikában ide tartozik Szudán, Dél-Afrikában a Zambezi folyó medencéje. Az ekvatori őserdők ezen a zónán bozótos szavannákba mennek át, majd távolodva az egyenlítőtől a téritők felé, mind rövidebb és szegényebb lesz a nyári esőzés és végre elérünk a sivatagzónába, északon a Szaharára, délen a Kalahári sivatagra.

Dél-Amerikában az egy periódusos nyári esőzések zónájába tartozik északon az Orinoco medencéje, délen Dél-Brazília. Az Orinoco medencéjében vannak a llano (mond lyánó) nevű szavannák, Dél-

Braziliában a Caatinga-szavannák stb. — Ázsia déli részén ilyen zónákat nem igen lehet megkülönböztetni a monzún miatt. De a hátsó-indiai szigeteken az esőzésnek két periódusa van, mint mindenütt az egyenlítőn.

2. A monzún-vidékeken az esőnek igen erős nyári periódusa van. A legerősebb ez a periódus Elő- és Hátsó-Indiában, Khinában, Koreában és Mandzsúriában. Nyári esők vannak Ausztrália északi és keleti partjain, továbbá az Unió legnagyobb részén.

3. A nagy légnyomású zónától északra illetőleg a déli féltekén délre olyan zóna következik, amelyen szintén határozott periódusa van az esőzésnek, még pedig ezeken a vidékeken télen esik az eső, mert ilyenkor a nagy légnyomások zónája az egyenlítő felé húzódik vissza, az egész nagy földi cirkulációval együtt. Ezt a zónát *mediterráneos* zónának nevezzük, mert a Földközi-tenger vidéke ide tartozik. Afrika déli részén a Fokföld, Dél-Amerika déli részén Argentína pampái tartoznak ide. A Földközi-tenger vidékéről említettük már, hogy ezt a téli esőt a mérsékelt égöveket jellemző nyugati szél hozza ide. Ez a csapadék orográfiai (hegyrajzi) eloszlásán is kimutatható. A Fokföldön ugyanezt látjuk. Ausztrália két déli sarka, délnyugaton a Swan folyócska vidéke, délkeleten Victoria állam ugyancsak a mediterráneos zónába tartozik, nyugati szél hozta, téli csapadékkal. Éppen ilyen New-Zealand esőzése is.

Észak-Amerikában California északi része tartozik a mediterráneos zónába. Az Unió délkeleti ré-

szén télen a mediterráneos éghajlat, nyáron a monzún okoz csapadékot, azért itt az év minden szakában egyenletesen és változatosan oszlik meg az esőzés.

4. Európa nyugati részein, Franciaországban és Nagy-Britanniában az év minden szakában van esőzés. Európa közepén azonban, Németországban és különösen hazánkban határozottan érzik a nyári monzún s nálunk június a legesősebb hónap. Oroszországban már valamivel később, júliusban és augusztusban van az esőzés maximuma, mert az előre törő monzún hatása akkor érkezik ide.

5. Hazánk különben a három nagy klimaterület érintkező helyén van. A csapadék periódusa meg lehetően enyhe, minden hónapban lehet csapadék s járása meg lehetően szeszélyes. Ez az Atlanti-océáni klíma-típus hatása. Horvátországban még a téli esőzés, különösen az októberi maximum dominál, a Dunántúlon már megjelenik a júniusi maximum is, de az októberi még erősebb. Az Alföldön már a júniusi az erősebb és az októberi megvan ugyan, de már eltompult. A mediterráneos éghajlat hatása, a téli esőzés itt szűnik meg. Végre Erdélyben az októberi maximum teljesen eltűnik s csak a júniusi maximum szerepel, tehát az ázsiai monzún hatása. Hazánk ebből a szempontból valóban „Közép-Európa” s egyedül a magyar medence érdemli meg ezt az elnevezést.

V. Fejezet.

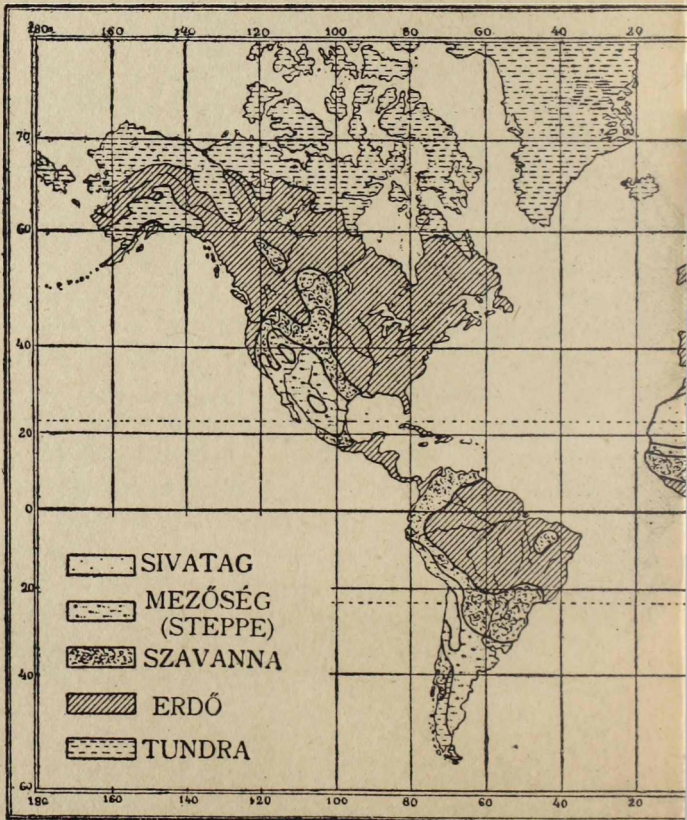
A klímátikus tájképtípusok.

Az éghajlat tünetjeinek megfelelően működnek a légköri hatások, a sugárzó meleg, a hőmérséklet-ingadozás, a szél, az eső, hó, fagy stb. A klíma szabályozza a növényzet és állatvilág arculatát is és végül a klíma és következményei együttesen állapítják meg az ember életét is.

A klímán kívül az orográfiai viszonyoknak is hasonló nagy befolyása van a fizikai és biológiai tünetekre, de ezt egyelőre most csak mellékesen vesszük figyelembe.

Az éghajlatot főképpen a hőmérséklet, a széljárás, de különösen a csapadék mennyisége, minősége és periódusa jellemzi. A hőmérsékletnek csak igen szélsőséges értékei teszik az életet majdnem lehetetlenné, egyébként az ember és az állatvilág a hőmérséklethez nagyon tud alkalmazkodni. A csapadék sokkal döntőbb jelentőségű. Különösen ott, ahol a csapadék igen kevés, vagy semmi, ott érezzük ennek a jelentőségnek döntő szerepét a földi életre nézve. A legfontosabb klimatikus tényezők figyelembevételével a következő fő tájképtípusokat különböztetjük meg.

1. *Ahol a csapadék évi összege a 200 mm.-en alul marad, ott vannak a sivatagok.* A sivatagok lehetnek enyhébbek és tökéletesebbek. A legtökéletesebb sivatagokon (Libiai-sivatag, arábiai Nefud és Dehna, Mohave, Atacama, Takla-Makán) gyakorlati





Éghajlástípusok térképe.

értelemben véve egyáltalán nincsen csapadék. Itt a növényzetnek semmi nyomát sem találjuk. Valamivel mérsékeltebb sivatagokon, mint a Szahara többi részén, a perzsiái sivatagokon, a Gobin stb. már van némi nyoma a növényzetnek, de még termőföld itt sem takarja a Föld felszínét. És ez a jellemzője a sivatagnak. Mindenütt a felszínen vannak a kőzetek s termőföldnek nyoma sincs. Csak ott élhet meg növényzet, ahol a hiányzó légköri csapadékot valami más eredetű víz, pl. folyó, forrás, artézi kút stb. pótolja. Az ilyen helyeket oázisoknak nevezzük. Egész Egyiptom oázis, mert a hiányzó csapadékot a Nílus vize pótolja.

A sivatag lehet *a) sziklasivatag*, ahol a felszínen számban álló sziklák vannak. Ilyen pl. a Színi félsziget legnagyobb része, vagy az Atlasz déli lejtője stb. *b) Kősivatag*, vagy *hammada*. Ennek felszínét szögletes, nagy kövek borítják, alig lehet rajta járni. Ez a legborzasztóbb típusa a sivatagnak. Ilyen pl. a Hammada el Homra Tripolisztól délre. *c) A serrir* vagy kavics-sivatag legömbölyített kavicsokkal van borítva. Rendesen a hegyek lába előtt sorakozó törmelek-kúpok néhány száz kilométer széles zónája ilyen. *d) Homoksivatag* képe él rendesen az emberek emlékezetében, mint a sivatag típusa. Ez onnan származik, hogy minden sivatagtípus közt ez a legidegenszerűbb, a homokbuckák végtelennek látszó sorozatait a tenger hullámaihoz hasonlítják. Pedig az összes sivatagoknak csak egy tört része homoksivatag. A Szaharán a Libiai sivatag, az El Erg és az Igidi igazi homoksivatagok. A turáni alföldön a Kara-kum és

Kizil-kum, a Kelet-Turkesztáni medencében a Takla-Makán stb. igazi homoksivatagok. De vannak a Gobi, a perzsiai medencében, az indiai Tharr-sivatagon is homokbuckás részletek. e) *Agyagsivatagok* keletkeznek a sivatagok legmélyebb részein. Hajdani tavak teljesen kitöltött medencéi ezek s oly nagy felületen folyik már szét az oda jutó víz, hogy rögtön elpárolog. Rendesen sókivirágzás és esetleg sólerakódás található bennük. Ilyenek az algériai sottok környéke, a perzsiai Dest-i-Kevir, a Lop-nor elhagyott medencéje a Takla-Makán sivatagon stb.

A sivatagokon állandó vizü folyó nem keletkezik. Legfeljebb idegen, esős területekről juthat oda folyó (Nílus, Tarim, Colorado stb.). Időszakos vízfolyások azonban a sivatagokon is vannak. Vízmosásszerű, mély szakadékaik ott tátonganak a napégette sziklák között. Az ilyen hatalmas szakadékokat *vádi*-nak nevezzük.

A növényi, állati és emberi élet a sivatagokon az oázisokra szorítkozik.

2. *Ahol a csapadék több, mint 200 mm., de kevesebb, mint 400 mm., ott keletkeznek a puszták.* Ezeket már gyér növényi takaró borítja, de nem olyan sűrűn, hogy a növények közt ki nem látszanék a talaj. A puszták legnagyobb részét fűnövényzet (gramineák) borítják, pl. a Turáni-alföldön, a Szahara déli szegélyén, a mongol pusztákon, a pampák szárazabb részein stb. De vannak ürömpuszták is pl. Észak-Amerikában az utahi (mond jutai) nagy Sóstó medencéjében, a Columbia-platón stb. Ausztráliában

„scrub“ (szkröb) névvel nevezik a puszták tüskés bozótját. Ez természetesen az illető vidék flóra-jellegétől függ.

A pusztákon már a kőzetek némileg mállanak, de még csak kevés málladék képződik. Legjellemzőbb talajtípus a lösz. Ez a levegőből hulló por felhalmozódása a növények közt. Majd később tanulni fogunk róla. Fakósárga, porózus, falatokban töredező, homokos agyag. A kerék nyomása alatt ismét finom porrá hull szét, azért ilyen helyen az utak nagyon porosak. A szél különben mindenütt, ahol a lösz növényi takarójától megfosztották, felhők módjára emeli föl a port. A sivatagon nincs por, a pusztákat pedig éppen a por mintegy jellemzi.

A pusztákon gyakoriabbak a források, keletkezhetnek patakok is, de rendszeren idegen területekről kerülnek oda a folyók (Amu-Darja, Szir-Darja, Szerafsan, Tigris, Eufratesz, Hoang-ho, Columbia, Darling stb.).

A pusztákon a földművelés csak mesterséges öntözéssel lehetséges, a marhatenyésztés pedig csak sátoros-pásztorkodással. A sátoros- (nomád-) pásztorkodás a puszták jellemző életmódja. A Föld legnagyobb füves pusztái a Turáni-Alföldön, a mongol platón és a mezopotámiai síkság körül vannak, azért itt fejlődött ki a sátoros pásztorkodás a legnagyobb mértékben.

A pusztákról kiemelkedő hegyek már több csapadékot kapnak, azért ezeken már erdőség is lehetséges, sőt az igen magas hegyeket a pusztákon is

állandó hó borítja (Tien-San, Pamir, dél-amerikai Kordillérák stb.).

3. *Ahol a csapadék több, mint 400 mm., de kevesebb, mint 600 mm., ott keletkeznek a mérsékelt égövön a szavannák.* A forró égövön még 1000 mm. csapadékkal is csak szavannák keletkeznek és nem erdőségek, különösen ha a csapadék nagyon periódusos. A forró égövön a kérdés még nincs behatóan tanulmányozva.

A mérsékelt égövi szavannákon még nem képződik zárt erdőség. A folyók mentét úgynevezett galeria-erdők (füzesek, tölgyesek, nyárfaligetek) kísérik, helyel-közzel, ahol a talajvíz közelebb van, ott facsoportok is keletkeznek. A fátlan területeken magas fű vagy dudva-növényzet fejlődik ki, helyenkint bozót. A forró égövi szavannákon szingulárisan elosztott fákat, galeria-erdőket, egyes facsoportokat látunk, helyenkint embermagas fűvet, áthatolhatatlan bozótot. Ez a bozót a magas füves tisztásokkal a vastagbőrűek, az elefánt, orrszarvú, víziló, továbbá az oroszlán, tigris stb. kedves tanyája.

A szavannákban lehet már a földet öntözés nélkül is művelni, de a termés bizonytalan.

A szavannák talaja a mérsékelt égövön a fekete föld (csernozem), a forró égövön a vörös laterit. Ez mindkettő a lösznek nedvesebb éghajlat alatt elmállott, átalakult válfaja. Mindkettő kitűnő termőföld, a mérsékelt égövön a gabonafélék, a forró égövön különösen a rizs számára.

A szavannákon már vannak önálló folyók, de

ezeknek vízjárása igen szélsőséges. Nagyon alacsony vízállások mellett hatalmas árvizek lépnek föl. Mérsékelt égövi szavannák: a magyar Alföld, a déloroszországi fekete-földterület. Khina alföldje, északkeleti tartományai s belső tartományainak nagy része, Szibíria nagy része, Észak-Amerikában a prérík és a Mississippi-medence nagy része, Dél-Amerikában a Gran-Chaco, Ausztráliában az eucalyptus bozóttal fedett területek stb. Forró égövi szavannák vannak mindenütt az egyenlítői őserdők körül. Különösen Kelet-Afrika, a Szomáli félsziget, Szudán, a Zambézi-medence, Dél-Amerikában a llanók, a braziliai caatinga-bozót, Elő-Indiában a Dekáni-plató nagy része. Mexicoban és az Unio déli részében a cactuspuszták részben a szavannákhoz, részben a pusztákhoz tartoznak.

4. *Ahol a mérsékelt égövön több a csapadék, mint 600 mm., ott zárt erdőségek keletkeznek.* A forró égövön ehhez 1000—1200 mm.-nél több csapadék kell, de az se legyen nagyon periódusos. Az évi közepes hőmérséklet szerint lehet az erdő: *a)* forróégövi; ezt jellemzi az örökzöld fák túlnyomó sokasága és a pálma, *b)* mediterraneus; ezt jellemzik az örökzöld lombos-fák és bokrok, de már nem túlnyomó számban. Pálma vadon nincs; *c)* mérsékelt égövi lombos erdők és végül *d)* hideg égövi és hegyvidéki fenyőerdők.

Az erdőterületeken igen erős a kőzetek mállása, de a termőföldet az erdők fáí elhasználják. Ahol az erdőt kiirtják, ott a termőföld vastagon földi be a

talajt. Azért az ilyen területek a legdúsabb termelésűek, ha a hőmérséklet megfelelő. A mérsékelt égövi erdő-területek a Föld legsűrűbben lakott részei (Európa, Unio, Khina, Japán), kivéve Indiát, mert ez a monzún rendszere miatt a forróégövön és a mérsékelt égöv déli határvidékén (szubtrópus) egészen különleges helyet foglal el. Éghajlata szempontjából Dél-Mexico és Közép-Amerika északi része hasonlítható hozzá. Ott is a mexicói műveltség fénykorában elég sűrű népesség lakott.

5. *A Földnek azokon a részein, ahol a talaj állandóan meg van fagyva, ott keletkeznek a tundrák.* A tundrákon más fás növényzet nincs, csak moha és zuzmó, néhány élénk színű virágos növényvel. A talaj csak a felszínen olvad föl, nyáron mintegy fél méter vastag rétegben. Ez alatt állandóan fagyott a föld s mivel a felszíni nedvesség nem tud a fagyott földbe elszivárogni, a felszín mindig iszapos, sáros, nyáron alig lehet itt utazni. A csapadék a tundra-területeken, mint arktikus vidéken, nem sok. Az ember élete itt a folyók és tengerek partjára van utalva s csak állati termékekből lehet megélni, növényi táplálék nincs, vagy csak egészen alárendelten. Kola félsziget, Oroszország legészakibb része, Ázsia északi szegélye a szibíriai nagy erdőktől északra, Canada északi része s az észak-amerikai arktikus szigetek nagy része tundra.

6. Ahol még alacsonyabb a hőmérséklet, annyira, hogy a lehullott, majdnem kizárólag szilárd halmazállapotú csapadék nyáron át nem tud elolvadni és

lefolyni, ott felhalmozódik a hó, összetömődik s *jégtakaró* lesz belőle. Jégtakaró van Grönlandon, az amerikai arktikus szigetek nagy részén, a Spitzbergák nagy részén, az egész Antarktiszon, kisebb foltokban Norvégia északi részein s azután mint firn-mezők és glecserek jelennek meg a mérsékelt égövi és forró égövi magas hegyeken.

7. A magas hegyvidékeken alulról fölfelé átmehetünk a lombos-erdős zónából a fenyves-erdők régiójába, onnan a tundrahoz sokban hasonló alhavasi régióba s végre a jégtakarónak megfelelő régióba az állandó hóhatáron felül. Ezért *a magas hegységeket mint külön tájképtípusokat a többtől el kell választanunk.*

*

Az itt felsorolt táj-típusokat a 23. ábrán mutatjuk be. Természetes, hogy minden részletet lehetetlen kitüntetni s az átmeneti területeknek is nagy szerepe van. De ez a beosztás a Föld legnagyobb részét könnyen, érthetően jellemezhetővé teszi s áttekintést nyújt az ember földi életéről is, mert hisz az a táj-típusokhoz alkalmazkodik.

IRODALOM.

- HANN J.: *Lehrbuch der Meteorologie*, Leipzig, 1901., II. kiadás 1906. (A II. kiadás rövidebb, mint az első.)
- HANN J.: *Handbuch der Klimatologie*, II. kiadás, Stuttgart, 1897. Mindkét mű alapvető ebben a tudományban.
- WOEIKOW A.: *Die Klimate der Erde*, Jena, 1887.
Meteorologische Zeitschrift, 1883-tól kezdve. Legkitünőbb szakfolyóiratunk s a levegőre vonatkozó tudományunk mintaszerű kincstára. Kiadja a k. k. Österr. Gesellschaft für Meteorologie és a Deutsche Meteorologische Gesellschaft. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn.
- CHOLNOKY JENŐ: *A levegő fizikai földrajza*, Budapest, 1903. M. Földr. Int. R. T.
- Dr. RÓNA ZSIGMOND: *Éghajlat I. rész. Általános ismeretek és a Föld éghajlatának rövid vázolója. II. rész. Magyarország éghajlata*. Budapest, 1907 és 1909. K. M. Természettudományi Társulat. — Különösen a II. rész a világ-irodalom legkitünőbb klimatológiai munkái közé tartozik.
- RÓNA ZS.: *A légnyomás a Magyar Birodalomban*. Budapest, 1897., K. M. Term. Tud. Társulat.
- ALFÖLDY D.: *A meteorológiai műszerek és elemek*. Budapest, 1902. K. M. T. T. Társulat.
- HEGYFOKY KABOS: *A májusi meteorológiai viszonyok Magyarországon*. U. o.
— *A szél iránya hazánkban*. U. o.
- HÉJJAS ENDRE: *A zivatarok Magyarországon*. U. o.
- HELLER F.: *Az időjárásról*. U. o.
- RÉTHLY ANTAL: *Időjárás és éghajlat*. Budapest, 1921. Ethika tudományterjesztő és könyvkiadó R. T.

A M. Kir. Orsz. Meteorológiai és Földmágnességi Intézet Évkönyvei, 1871 óta, Budapesten jelennek meg s nemcsak a meteorológiai állomások adatainak rendszeres feldolgozását tartalmazzák, hanem sok összefoglaló, jeles értekezés is jelent meg bennük.

Időjárás. Havi folyóirat. Budapest.

CHOLNOKY J. Dr.: *A Medárdus-napi időváltásról.* Matematikai és Fizikai Lapok, XI. kötet, 1902. 157. lap; továbbá: *Időjárás*, 1902. december.

FODOR JÓZSEF dr.: *Egészségtani kutatások.* Math. és Természettud. Közlemények. XVI. k. Budapest, 1881. Akadémia. — A levegő portartalmára és szennyezettségére nézve igen fontos adatokat szolgáltat.

RÓNA ZSIGMOND: *A levegő nagy szárazságának érdekes esetéről.* Természettudományi Közlöny, 1902. 559. lap.

STEINER LAJOS dr.: *A levegő ionizált volta.* Math. és Phys. Lapok, XI. évf. 1902. 86. lap.

RAUM OSZKAR: *A Magyar Korona Országainak csapadékviszonyai, térképpel.* M. Mérnök- és Építész-Egylet Közlönye, XXXII. k. 1898. 1. lap.

KLEIN ALBERT: *Magyarország éghajlatának néhány jellemvonása.* Földr. Közl. XXXIII. k. 1905. 240. l. — Különbösen grafikus módszerei figyelemre méltók.

CHOLNOKY JENŐ: *Az Éghajlati zónákat jellemző talaj-nemek.* — Az 1909-ben Budapesten megtartott első, nemzetközi agrogeológiai értekezőlet munkálataiból. Budapest, Földtani Intézet.

Itt csak az az irodalom van felsorolva, amely főképpen a magyar viszonyokra vonatkozik, vagy magyar szerzőktől származik. A külföldi irodalomból a négy legnagyobb, monumentális művet soroltuk föl. Ezekben az érdeklődő akkora óriási irodalmat talál fölemlítve, amelynek századrésze sem jutna itt hely. Könyvünk csak egészen bevezetőül szolgálhat a légkörről szóló tudományba. A felsorolt irodalom ezért megteszi a szolgálatot, mert ennek alapján mindent föl lehet keresni.

II. RÉSZ.

AZ OCEÁN.

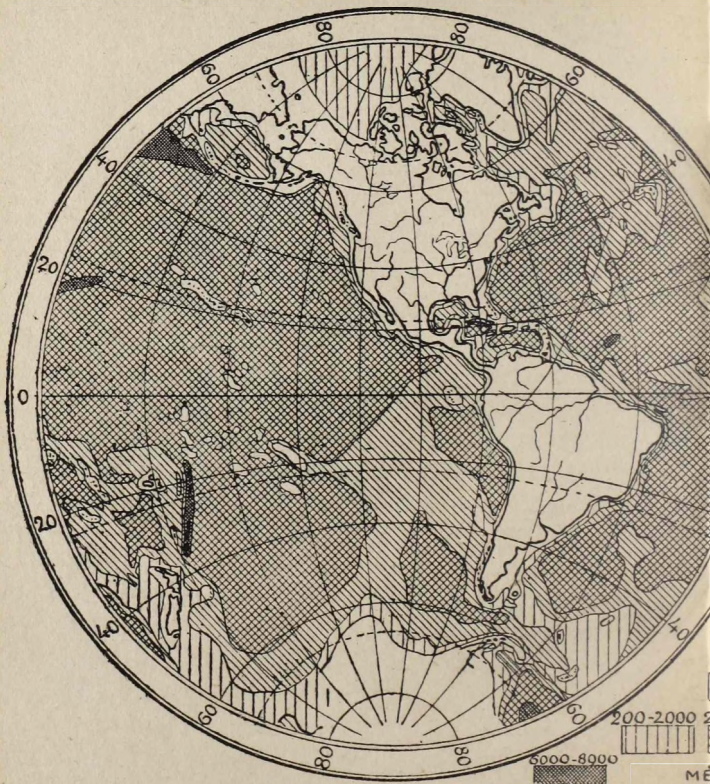
I. Fejezet.

Az óceánok elhelyeződése, méretei.

Az óceánok a Föld felszínének több, mint kétharmad részét borítják, a szárazföldeknek alig jut egyharmad rész. Három nagy óceánt különböztetünk meg: a Nagy vagy Csendes, vagy Pacifikus óceánt, az Atlanti és az Indiai óceánt. Az Északi-Jeges-tenger az Atlanti óceánnak az északi sarkvidékre benyúló öble, a Déli-Jeges-tenger az Antarktisz körülvevő tenger neve, de tulajdonképpen nem külön tenger, hanem a három óceánhoz tartozik.

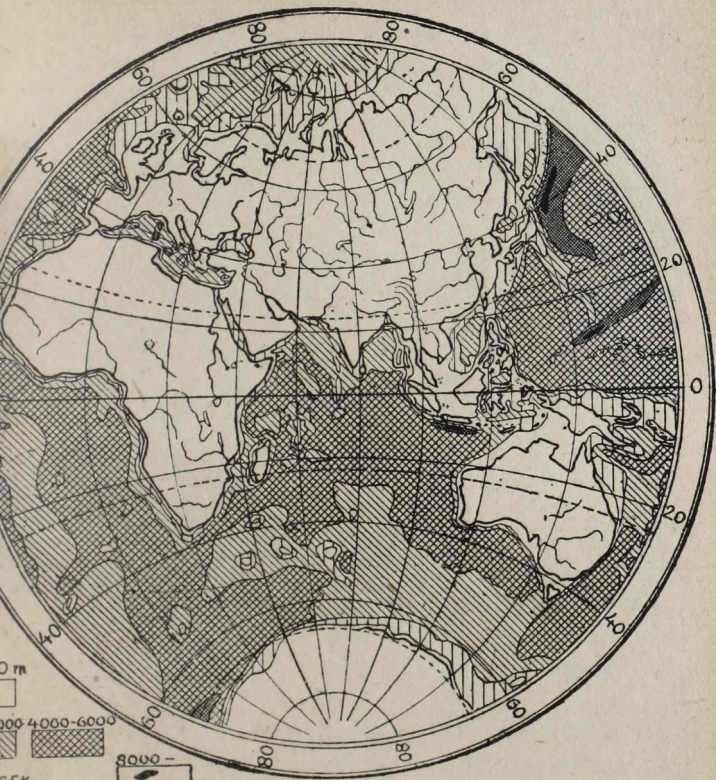
Ezeken kívül látunk még kisebb tengereket is, amelyek az óceánoktól többé-kevésbé elkülönülnek. Ezek közül azokat, amelyeknek az óceánoktól elkülönült, határozottan különálló medencéjük van, *beltengereknek* nevezzük, de amelyek csak az óceáni medencék elsekélyesedő öblei, külön mélyedés nélkül, azok a *melléktengerek*. A Földközi-tenger beltenger, a Dél-Khinai-tenger melléktenger.

A Földközi-tenger különállóságával, pompás tagozottságával egyetlen a Föld felszínén, hozzá hasonló több nincsen. A Vörös-tenger hajdan összefüggésben állt vele s csak a Nílus deltaképződménye vá-

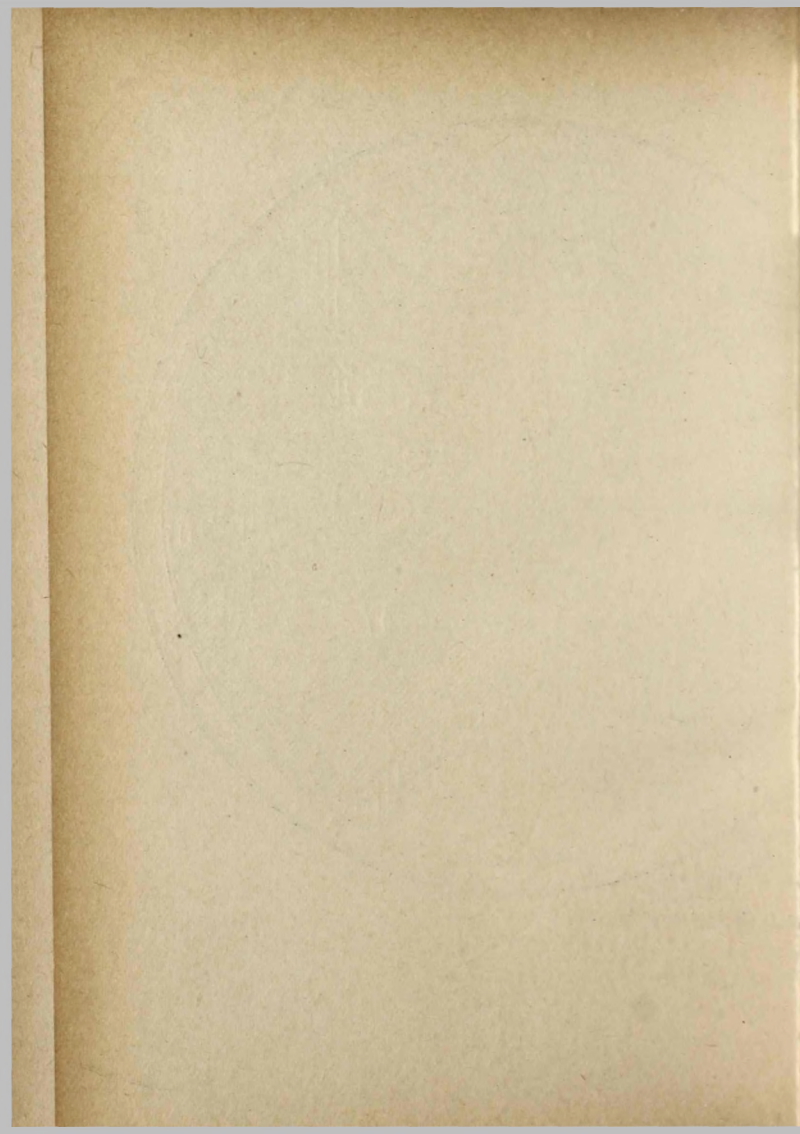


103. oldalhoz.

24. ábra. Az oceán



nélységeinek térképe.



lasztotta el tőle. A Fekete-tenger külön medencéje ma is összeköttetésben áll vele, de a Kaspi-tó már elszakadt.

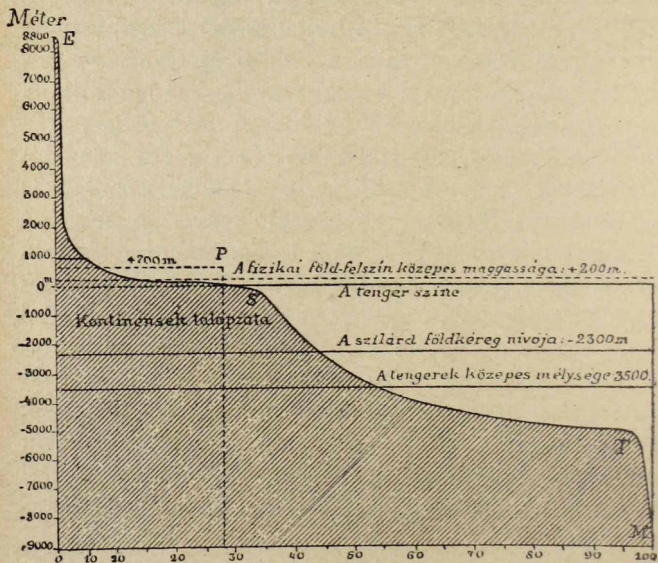
Némileg megközelíti a Földközi-tengert a Mexicoi öböl és a Karibi-tenger, mert ezek is beltengerek, de közlelől sem olyan szépen tagozottak, mint a Földközi-tenger. A Hátsó-Indiai szigetek közt szintén vannak beltengerek, mint a Szulu- és Banda-tenger, de ezeket nem lehet a Földközi-tengerhez hasonlítani.

A tengerek nagyon különböző mélységűek. Ma már meglehetősen sok mélységmérés alapján, elég jól ismerjük a tengerek mélységeit. A mélységeket föl is írhatjuk a térképre s az egyenlő mélységű helyeket szintvonalakkal, úgynevezett *izobátisokkal* köthetjük össze. Ilyen térkép már sok készült, a 24. ábra összefoglalóan mutatja a tengeri mélységeket. Bámulattal láthatjuk, hogy milyen egyenletes, milyen lapos minden óceán fenéke s ha a tengerek kiszáradnának, valóban a helyükön határtalannak látszó síkságok terülnének el. Csak a szárazföldek közelében látnánk meredekebb lejtőket, itt-ott nagy kiterjedésű, óriási mélyedéseket, másutt elég hirtelen kiemelkedő fennsíkokat.

Jó, nagyméretű térképen megmérhetjük, hogy mekkora területet foglalnak el a Föld felszínén azok a tengerek, amelyek mélyebbek 3 kilométernél, aztán mekkora helyet foglalnak el a 6—4—2 kilométernél, majd az 500—400—300—200—100 m.-nél mélyebb tengerek.

Úgyanezt megcsinálhatjuk a szárazföldeken is.

Megmérhetjük, hogy mekkora területet foglalnak el a 100 m.-nél, majd a 200—300—400—500—1000 méternél, 2000—4000—6000 m.-nél magasabb területek. Hosszú számsort kapunk így s ezeket a számokat ábrában is bemutathatjuk (25. ábra) a következőleg.



25. ábra. Hipszografikus vonal.

Rajzoljunk föl egy vízszintes vonalat, amelynek hossza az egész Föld felszínének területével arányos. Azután vágjuk ezt a vonalat ketté olyan arányban, hogy a rövidebbik darab a szárazföldek, a hosszab-
bik darab az oceánok területével legyen arányos. A

szárazföldek oldalán, a vízszintes vonal végén emeljünk függőleges vonalat s ezt osszuk be úgy, hogy egy-egy osztás 100—100 m., illetőleg 1000—1000 m. magasságnak feleljen meg. Minden ilyen osztásponton húzzunk vízszintes vonalat, olyan hosszút, amely arányos az illető magasság területével. Ugyanezt tegyük meg a vízszintes vonal másik végén, a tengeri mélységekkel is. A vízszintes vonalak végeit folytonos vonallal összekötve, megkapjuk az úgynevezett *hipszografikus* vonalat.

Ez összefoglalóan mutatja be, hogy milyenek általában a szárazföldek magasságai és a tengerek mélységei. Láthatjuk, hogy legtöbb van a Földön 4—5000 m. mélységű tenger, de már 6—8—9000 méteres mélység aránylag kevés van. Nagyon sok van 200 méternél sekélyebb tenger és 200—300 méternél alacsonyabb szárazföldi síkság. Általában tehát sok a tenger felszíne közelében fekvő terület. Aránylag nagyon kevés a nagy magasság a szárazföldeken és aránylag kevés a 200—3000 m. mélységek közt fekvő tenger is. Valóban, a Föld felszínén két fő szintet különböztethetünk meg. Az egyik, a nagyobbik a közepesen 4000 m. mély óceáni fenékszint, a másik a tenger szintjének közelében levő, tenger-alatti hátságok és a szárazföldeken levő síkságok. A Föld kérgének tehát mintegy 4000 m. magasságkülönbségű, két főrésze van: az oceáni fenék és a kontinentális plató.

Az igazi, *abisszikus* mélységű oceáni fenék a Föld felszínének jóval több, mint felét foglalja el.

Kemény, mozdulatlan kéreg-részek ezek. Nem gyűrődnek, nem törnek, csak helyenkint hasadoznak, amint majd később látni fogjuk.

A kontinentális platók tekintélyes részét ma elönti a tenger. A kontinenseknek tengerrel elöntött részeit nevezzük *kontinentális talapzatoknak*, angolul *shelf*-nek. Kontinentális talapzatokon a tenger nem mélyebb 100—200—300 méternél. Ilyen talapzat veszi körül Nagy-Britanniát. Európa kontinenséhez tartozik tehát ez a szigetcsoport, mert messze északra és nyugatra, az Atlanti óceán felé nem mélyebb a tenger 200 m.-nél. De ugyanilyen sekély az Északi- vagy Német-tenger, a Balti-tenger, az Északi-Jeges-tengernek Európával érintkező része, úgy hogy Novaja-Szemlja, a Spitzbergák, sőt még a Ferenc-József-föld is Európához tartozik, mert vele ugyanazon a talapzaton áll. Így tartoznak Ázsiához a Hátsó-Indiai szigetek, Ausztráliához Új-Guinea, Amerikához a tőle északra fekvő szigetek, Grönlanddal együtt stb.

A kontinensek és az oceáni fenekek közt nem csak az a különbség, hogy az előbbieket 4000 m.-rel magasabban vannak, mint az utóbbiak, hanem az is, hogy a szilárd oceáni fenekekkel szemben a kontinensek gyöngé részei a földkéregnek. Gyűrődik, töredezik, állandóan mozog a Föld kérge a kontinenseken. Itt keletkeznek a hegyláncok, a süllyedések és emelkedések. A tenger néha többet önt el rajtuk, mint ma, pl. a kréta korszakban. Máskor meg valószínűleg kevesebb területre terjedt a tenger. Ha a tenger 200 m.-rel leapadna, óriási módon megnövekedné-

nek a kontinensek, de további apadás már nem sok változást okozna. 200 m.-rel való megáradás megint igen nagy területeket öntene el a kontinenseken, de aztán nem sok változás történnék további áradással. A kontinensek elöntését *transzgresszió*nak nevezzük.

Az oceánok legnagyobb, 8—9 km.-es mélységei mindig egészen közel vannak a kontinensekhez, a talapatok lábánál. Így Japán keleti partján, a Mariannák keleti oldalán s a Kermadec-szigetek keleti oldalán, New-Zealandtól északra, továbbá Jáva sziget déli partja előtt.*)

*) Tájékoztató végett álljon itt néhány számadat.

Supan szerint: a kontinensek összes		
területe	149,000.000 km ²	29.2%
az oceánok összes te-		
rülete	361,000.000	„ 70.8%

A kontinensek közepes magassága Penck szerint:

Európa 300 m., Ázsia 940 m., Afrika 670 m., Ausztrália 360 m., Észak-Amerika 730 m., Dél-Amerika 580 m., az egész szárazföld 710 m.

Az oceánok közepes mélységei Krümmertől szerint:

Atlanti-oceán 3260 m., Csendes-oceán 3860 m., Indiai-oceán 3860 m., az összes oceánok 3680 m.

Ha a kontinenseket lepusztítva, beleszóránk a tengerbe, akkor a Földet átlag 2600 m. egyenletes vastagságú vízréteg borítaná.

Az eddig ismert legnagyobb mélység a Fülöp-szigetektől keletre van s 9780 m. (A legmagasabb hegy a Mount Everest 8840 m. magas.)

II. F e j e z e t.

A tenger víze és a tengerfenék lerakódásai.

A tengervizet nem lehet meginni, mert keserű, sós. A nyílt óceánok vizében átlag, állandóan 3.5% só van, vagyis minden liter tengervíz elpárologtatása után 35 gr. sót kapunk. Ennek a sónak összetétele a következő: Egy liter tengervízben van:

Natriumklorid (NaCl) v. konyhasó	27.2 gr
Magneziumklorid (MgCl_2)	3.8 „
Magneziumsulfát (MgSO_4) v. keserűsó	1.6 „
Kalciumsulfát (CaSO_4) v. gipsz	1.3 „
Káliumsulfát (K_2SO_4)	0.9 „
Kalciumkarbonat (CaCO_3) v. mészkő	0.1 „
Egyéb	0.1 „
	Összesen: 35.0 gr

A tengervíz sója tehát főképpen konyhasóból, általában kloridokból és szulfátokból áll. A szárazföldi vizek sójában a karbonátok vannak legnagyobb tömegben. A szárazföldi sós tavak sója nagyon különböző egészen más, mint a tengervizé. Csak azoknak a tavaknak van éppen olyan sója, mint a tengereknek, amelyekről könnyű kimutatni, hogy nem régen összefüggésben álltak a tengerrel. Ilyen a Kaspi-tó és az Aral-tó. A só minősége vagyis összetétele bámulatosan egyforma a tengerekben.

A nagy sótartalom miatt a tengervíz sűrűbb, mint az édesvizek. A tengervíz fajsúlya sótartalmától és hőmérsékletétől függ. A sótartalmat ezekből szokás megállapítani.

A sómennyiség a tengerekben elég változó. Vannak a normálisnál édesebb és sósabb tengerek. A Földközi-tenger, de még inkább a Vörös-tenger jóval sósabb a rendesnél. A Vörös-tengerbe egyetlen folyó sem ömlik bele, a víz pedig erősen párolog, ezért a tenger vize valósággal besűrűsödik. A Fekete-tenger a normálisnál sótlanabb, különösen édes vize van északnyugati részében, a Duna és Dnyeper torkolati vidékén, a tenger felszínén.

Jóval sótlanabb vize van a normálisnál a Balti-tengernek, különösen a Botteni öbölnek, hisz ennek felszínén a víz már iható. A Kaspi-tó déli részén a sótartalom valamivel nagyobb a normálisnál, de északi részén, a Volga és Ural sok édesvize miatt már iható. Legsósabb a Kaspi-tó keleti öble, a Karabughaz. Erről még majd mondanunk kell valamit.

A nyílt oceanok mélyebb rétegeiben a sótartalom normális és nagyon egyenletes. De a felszínen a klíma-övek szerint változó. Az egyenlítő mentén a sok eső és a nedves levegőben lehetséges, kevés párolgás miatt a víz kevésbé sós. A sivatag-zónákon az erős párolgás és a csapadék hiánya miatt a víz sósabb a normálisnál. Így tehát a sivatagzónát a tengereken is ki lehet mutatni.

A sarkvidéken az olvadó jég vize vékony édesvíz-réteggel borítja be a sűrű, sós vizet s ez az édesvíz-réteg szétáramlik a pólusok felől a melegebb égővek alá s magával viszi a jéghegyeket és jégtáblákat.

Néhány helyet ismerünk a Földön, ahol a tenger-

víz bepárolgása olyan erős, hogy a tengervíz koncentrált sóoldat lett, sőt a só ki is rakódik, tekintélyes réteg alakjában. Legszebb példa a Kaspi-tó keleti öble, a Karabughaz. Ezt az öblöt homokturzások választják el a nyílt tótól s csak keskeny résen át ömlik be folytonosan a sós víz, hogy az elpárolgott édesvizet pótolja. Az öbölbe egyetlen patak sem ömlik bele, eső alig van, a párolgás pedig óriási nagy. Az öböl fenekén és partjain máris vastag sórétegek rakódtak le. Így keletkeznek a kősórétegek. Ilyen eredete van az erdélyi és a máramarosi kősórétegeknek is.

Jól elzárt beltengerekben ennek az ellenkezője is megtörténhetik. A sűrű, sós tengervíz fölé a szárazföldről sok édesvíz kerülhet. Ez az édesvíz-réteg megakadályozza azt, hogy az alsó sós víz a levegővel érintkezzék. A tenger vizében élő állatok a tengervízben elnyelt levegőből élnek, onnan nyerik az oxigéniumot. Ha a tengervíz hosszú ideig nem érintkezhetik a levegővel, akkor lassankint kifogy belőle az oxigénium s az állatélet elpusztul.

Az elpusztult, parányi állatkák milliói hullanak a tenger fenekére. A sós vízben áramlások vannak, mindig újabb és újabb víz kerül az édesvíz-burok alá s abból mindig kipusztulnak az állatok. Ezért nevezik a Fekete-tenger északi öblét Holt-tengernek.

A fenékre hullott temérdek állati hulla iszapal keveredve, hatalmas rétegekben halmozódhatik föl. Később előrenyúlhat a folyók deltája s vastag homok- és agyag-rétegekkel temetheti be az állati hul-

lakkal telített rétegeket s itt most ezek a kis hullák bomlásnak indulnak s bomlástermékük a földgáz, petroleum, földviasz és aszfalt, egyszóval a szénhidrogénium vegyületeknek úgynevezett metán-sorozatába tartozó vegyületek.

Elzárt tengerrészekben a körülményeknek nagyon kevés megváltozása azt okozhatja, hogy kősó-rétegek képződnek, vagy pedig földgáz és petroleum-tartalmú rétegek keletkeznek. Ez az oka, hogy a kősó-rétegek rendszeren a földgáz és petroleum-tartalmú rétegek közelében vannak, vagy velük váltakoznak. Különösen az erdélyi medence mutat erre kitűnő példát. A miocén-kori kősó-rétegeknél nem sokkal idősebbek a földgáztartalmú rétegek.

*

A tenger vizében élő lényeket életmódjuk, illetőleg életük szintere szerint kell csoportosítanunk. A tengerfenékhez kötött életű állatok és növények összeségét *benthosz*-nak nevezzük, a tenger vizében szabadon lebegő állatok összeségét pedig *plankton*-nak. Ettől némelyek elkülönítik azt az állatéletet, amely szabadon, saját akaratából, nagy arányban változtatja helyét mint pl. a halak s ezt *nekton*-nak nevezik.

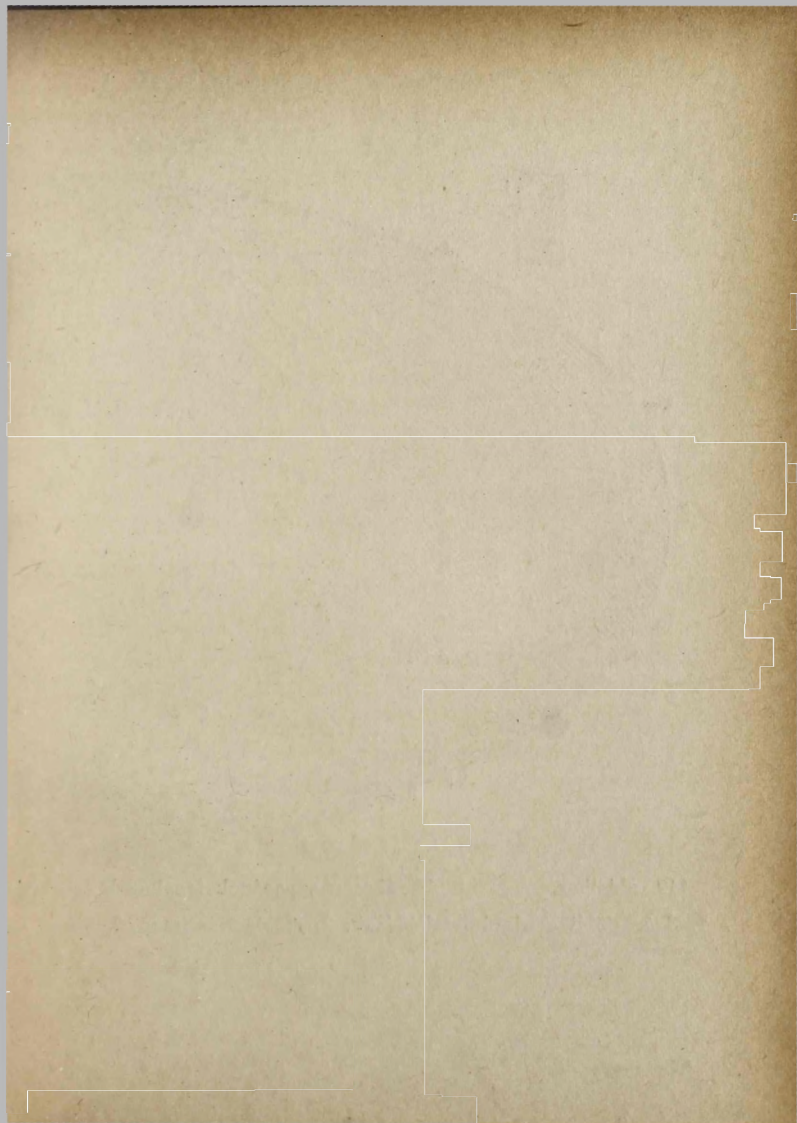
A tengeri élőlényeknek túlnyomó nagy többsége a plankton-csoportba tartozik. Mikroszkopikus kis élőlényektől, állatoktól és növényektől kezdve a jó nagy termetű meduzáig sokféle rend és faj tartozik ide.

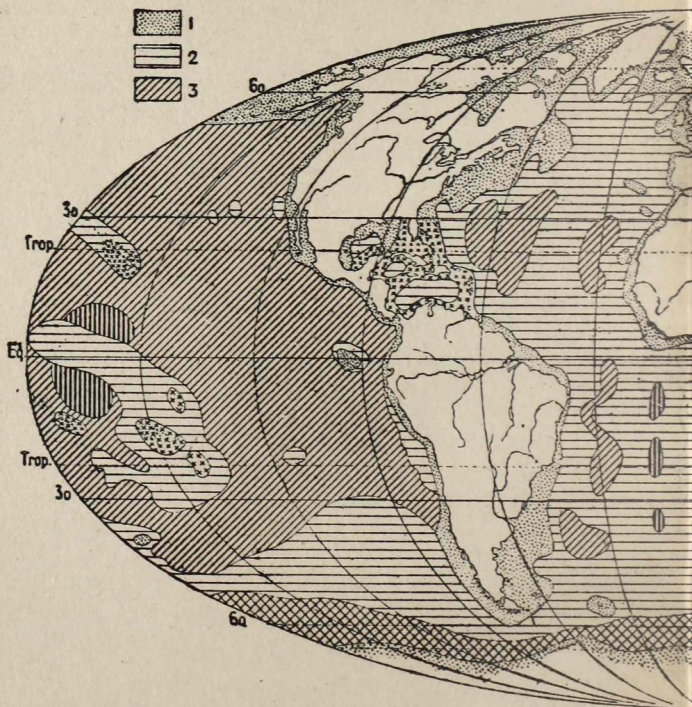
A plankton élőlényei közül soknak mészkő, másoknak kova-páncélkája van. Az elhullott állatkák és a kovapáncélos diatomea nevű algák (növények) páncélkái állandóan hullanak a tenger fenekére s ott vastag rétegekben halmozódnak föl.

A tengerfenék lerakódásai sajátos különbözőségeket mutatnak (26. ábra.) A partok közelében mindig a szárazföldekről származó durvább és finomabb közettörmelék borítja a tenger fenekét. Kavics csak közvetlenül a parton van. A homok valamivel, néhány száz méterrel beljebb terjed, de aztán kékes, zöldes iszap következik, néha több száz kilométernyi távolságig. Különösen Európa északi és déli oldalán, továbbá a Hátsó-Indiai-szigetek körül óriási kiterjedésű ez a szárazföldi eredetű lerakódás.

Mélyebb tengerekbe, a kontinensektől távolabb nem jut el a szárazföldi törmelék. Ott a lerakódások részben a levegőből hulló porból, részben állati páncélkák milliárdjaiból állnak. Legnagyobb területet foglal el az úgynevezett *vörös agyag*. A Csendes-oceán túlnyomóan legnagyobb részét, az Indiai-oceán délkeleti felét, az Atlanti-oceán legnagyobb mélységű részeit ilyen vörös agyag borítja. Ehhez hasonló lerakódást a szárazföldek felszínén sehol sem találunk, mutatva azt, hogy a mai szárazföldek helyén igazi, mély oceán sohasem volt, viszont, ezek az oceán-részek sohasem voltak szárazföldek.

A vörös agyag után legnagyobb területet foglal el a *globigerina iszap*. A *globigerina* a véglények (Protozoa) törzsébe, a gyökérlábú állatok (rhizopoda)

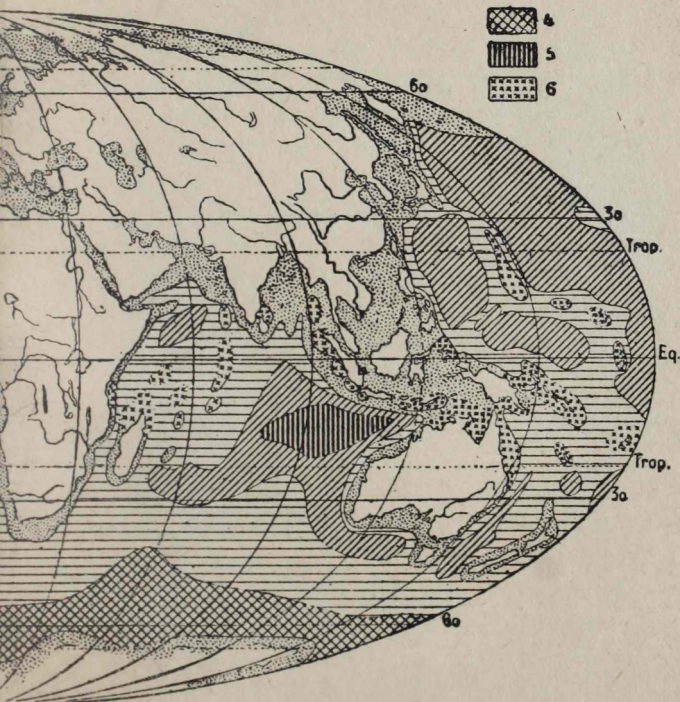




112. oldalhoz.

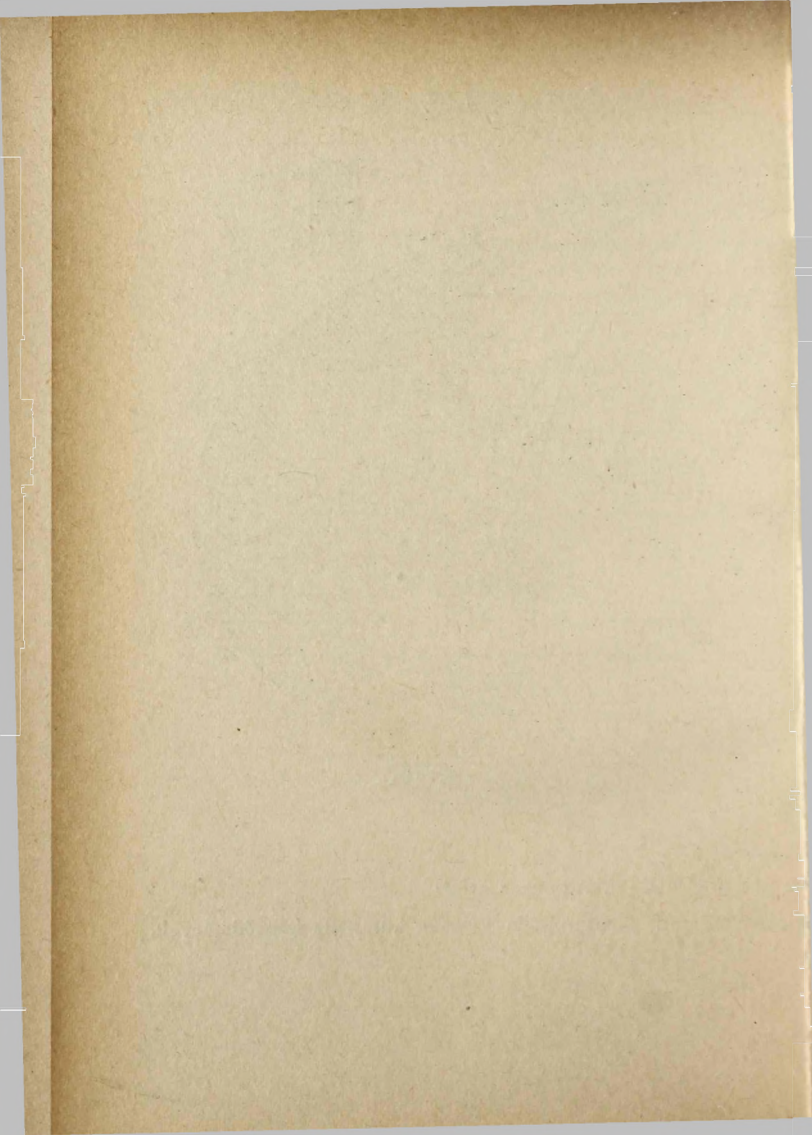
26. ábra. Az oceánok fenekének lerakódás

1. Szárazföldi eredetű lerakódások; 2. globigerina-iszap; 3. vörös agyag



Murray, Renard és De Martonne szerint.

4. radiolarium-iszap; 5. pteropoda-iszap; 6. korallium képződmények.



osztályának foraminifer-rendjébe tartozó, mészpáncélcás állatka, páncélcája hasonlít valami kis parányi csigához. Ilyen iszap borítja az Atlanti-oceán legnagyobb részét, a Csendes-oceán délnyugati s az Indiai-oceán északnyugati részét s különösen sok van a három oceán összefüggő, déli részében. Az ilyen lerakódás természetesen erősen meszes. Ebből származik a kréta.

A *radiolarium*-iszap szintén a foraminiferek közé tartozó, rendszeren kovapáncélcás radiolariumoktól vette nevét. Sokfelé találni, de különösen túlnyomó az Antarktisz körül.

A *pteropoda*-iszap már jóval kevesebb. A pteropusok, vagy szárnylábúak, tengeri pillangók a csigák közé tartozó, parányi állatok. Különösen az Indiai-oceán délkeleti részében van sok pteropoda-iszap.

A *diatomea*-iszap mindenfelé elszórtan lelhető. A diatomeák az algák közé tartozó, kovapáncélcás növények. Különösen az oceánok déli, hidegebb részeiben van sok.

A *korallium*-mészkö és iszap a forró égövi tengerekben, a keleti partok közelében képződik, mert csak ezek kapnak mindig friss vizet az ekvatoriális tengeráramlásokkal. A nyugati partokat hideg és szennyezett, parti áramlások érik. A korallium a tömlőállatok (Coelenterata) családjának virágállatok (Anthozoa, Polypoda) osztályába tartozó Zoantharia-rendjének egyik alrendje. Szilárd alaphoz tapasztott, mészkö-vázat épít. Mintegy 2600 fajt ismerünk. Két külön csoportra válnak. Az egyik a kelet-ame-

rikai, a másik az indo- ausztrális csoport. A két csoportban ugyanaz a faj nem fordul elő.

Csigák, kagylók, túskebőrűek, rákok stb. rendszeren csak a tengerpartok közelében élnek tömegesen, azért a rétegekben csak itt találjuk őket nagy számban.

A szárazföldön található tengeri eredetű kőzetrétegek rendszeren parti vagy nem mély tengeri eredetűek. Vannak azonban mély tengerben képződött rétegek is, de ezen nem csodálkozhatunk, ha meggondoljuk, hogy a legnagyobb tengeri mélységek éppen mindig szárazföldek szélén, mint mély árkok fordulnak elő s ezek a nagy mélységek éppen kéregmozgásokkal keletkeznek, tehát még a földkéreg gyöngébb részéhez tartoznak. Néhány száz méternyi mélységben, tehát kontinentális talapzatokon, már képződhetnek igazi pelagikus lerakódások, azért ha nagyritkán találunk is a kontinenseket felépítő, üledékes kőzetek közt ilyen pelagikus lerakódásokat, nem szabad feltételeznünk, hogy a mai kontinensek helyén igazi, 4—5000 méter mélységű, nagy kiterjedésű oceánok lettek volna.

A tengervíz színe. A tenger vize a partok közelében mindig tartalmaz egy kevés lebegő iszapot, azért színe mindig zöldes, de mélyen átlátszó. A nyílt oceánok vize rendkívül tiszta, a vízbe leeresztett fehér korongot még 50—60 m. mélységben is meg lehet látni. (A Balatonon már 50—60 centiméter mélységben eltűnik.) A fény lehatol 400 m. mélységre is. Ezt lebecsátott fényképező-géppel mutatták ki. Ahol ilyen nagyon tiszta a tenger, ott mély indigó-

kék színe van, de ahol sok a plankton, különösen a diatomea, ott zöldes a víz színe. Ezért zöldesek a sarkvidéki tengerről jövő áramlások, mert ott sok plankton él a tengerben.

III. Fejezet.

A tengervíz hőmérséklete.

A tengervíz nagy sótartalma következtében nem $+4^{\circ}$ -on a legsűrűbb, mint az édesvíz, hanem a fagyás pontján. De a tengervíz fagyáspontja sem 0° , hanem -2° , -2.5° körül van, nagy sótartalma miatt. Ezért tengeri jég képződhetik a víz belsejében is, nemcsak a felszínen, mint az édesvízben.

A tenger vizének nagy tömege állandóan $+2^{\circ}$. $+2.5^{\circ}$ körül van, tehát csodálatosan hideg. A lehűlés okát a sarkvidékeken kell keresnünk. A sarkvidékek hideg vize lassan nyomul előre a tenger fenekén az egyenlítő felé s ma már megtöltötte az oceáni medencéket. A sarkvidékeken lesüllyedő, sűrű hidegvizet az egyenlítő vidékén felmelegedett, könnyebb melegvíz pótolja. Ezért óriási nagy, de észrevehetetlenül lassú keringés támad a sarkvidékek és a forró égöv közt. Az előre nyomuló hidegvíz az egyenlítőnél fölemelkedik, a felszínen újra fölmelegszik s a sarkvidékek felé visszaáramlik. Valóban, az egyenlítő vidékén ezt a fölemelkedést könnyen észrevehetjük, mert ott a hidegvíz sokkal közelebb van a felszínhez, mint a mérsékelt égöveken.

A hidegvíznek a sarkvidékekről való származá-

sát igazolja az, hogy a beltengerek vize még nagy mélységekben is olyan hőmérsékletű, mint a nyílt oceanok vize a beltengert a nyílt tengerrel összekötő szoros legsekélyebb helyének mélységében. Így pl. a Földközi-tengert az Atlanti-oceánnal a Gibraltári szoros köti össze. Ennek a szorosnak 300 m. mély a nyeregponja. A Földközi-tenger vizének hőmérséklete tehát olyan mint az Atlanti-oceán vize 300 méter mélységben. Ennél hidegebb, mélyebb szintű víz az Atlantiból a Földközi-tengerbe be nem juthat. A Földközi-tenger vizének hőmérséklete 300 m. mélységtől kezdve, egészen a legmélyebb helyig, 4000 m.-en felül is, végig 12.7° . Az Atlanti-oceán vize 4000 m. mélységben csak $+2^{\circ}$.

Nemcsak a Földközi-tengerben, hanem minden más beltengerben is ugyanezt a jelenséget tapasztaljuk. Sőt a mély oceanok külön mélyedéseiben is hasonló jelenségek segítségével könnyű bebizonyítani, hogy az oceanok vizének alacsony hőmérséklete a sarkvidékeken történő, állandó lehülés következménye.

A tenger felszínén a hőmérséklet évi közepes értéke meglehetősen szabályosan nő a sarkvidékektől az egyenlítő felé. Csak a szélhajtotta tengeráramlások okoznak rendetlenségeket. A sarkok felől jövő áramlások hideg vizet szállítanak a melegebb égővek alá, az egyenlítőtől a sarkok felé tartó áramlások meleg vizet szállítanak a hidegebb égővek alá. Különösen az Atlanti-oceán északi részében a Golf-áramlás szállít meleg vizet Európa északnyugati part-

jai felé, ezért pl. Nagy-Britannia és Norvégia kikötői sohasem fagynak be. Ezzel szemben Vladivosztok kikötője Ázsia keleti partjain minden évben befagy, pedig Marseille földrajzi szélességén fekszik!

Az egyenlítő vidékén a tengervíz legfelső rétegeinek hőmérséklete állandóan $26\text{--}28^{\circ}$. Legmelegebb a Vörös-tenger, t. i. 32.4° . De ez a magas hőmérséklet lefelé gyorsan csökkenik s rendszeren már néhány száz méter mélységben igen hideg vizet találunk.

A felszíni rétegek hőmérsékletének évi ingadozása rendszeren csekély, sohasem tesz ki többet 10° -nál. A napi ingadozás alig mérhető kicsiség.

A sarkvidékeken a tenger vize minden télen befagy. Fagyáskor a jégből a só nagy része kimarad, azért lehet fagyasztással a tenger vizéből édes vizet készíteni. Valami edényben megfagyasztjuk a vizet. A jég eleinte gyorsan képződik, de aztán a meg nem fagyott víz olyan sűrű sóoldat lesz, hogy fagyáspontja nagyon mélyen alászáll. Azért bizonyos időn túl a fagyás nagyon lassan kezd menni. Akkor a meg nem fagyott, sűrű sós vizet kiöntjük. A jégdarabokat újra megolvasztjuk s akkor konstatálhatjuk, hogy az olvadék már nem oly sós, mint a tengervíz. Mégegyszeri fagyasztással olyan jeget kaphatunk, amely már majdnem teljesen tiszta, édes vízből van.

A sarkvidéki jég olvadása alkalmával édes vízréteg keletkezik a sós fölött s mint az olaj a víz felszínén, úgy fut ez szét. Ezért van az, hogy az Antarktiszt igen vékony, de feltűnően édes vízréteg veszi körül, több száz kilométer szélességben. Az édesvíz-

nek ez a szétáramlása okozza azt, hogy Észak-Amerikától északra, a szigetek közt nyíló csatornákat mindig eltorlaszolja a sarkvidéki tengerből jövő jég. Ezért volt oly nehéz átjutni itt az Atlanti-oceánból a Csendes-oceánba s először csak Amundsennek sikerült kis Gjõa hajójával, 2 év alatt.

A sarkvidéki tengereken a jég vastagsága 2—3 méter, néha 5 méter is, de ennél vastagabb jég csak turolásokkal, torlódásokkal keletkezhet. A befagyott tenger jegéhez járul még a sarkvidékeken a szárazföldek glecsereiből származó sok jéghegy is.

A glecserek az arktikus szárazföldek jégtakaróiból a tenger felé lenyomuló jégfolyamok. Szélességük több, néha sok kilométer, vastagságuk néhány száz, esetleg 1—2 ezer méter is lehet. A tengerbe nyúló jégfolyam előrenyomakodása közben hatalmas darabok letöredeznek róla. Ezek a *jéghegyek*. A jéghegyeknek tenger fölé emelkedő része csak $\frac{1}{9}$ része az egész jéghegynek. Így pl. ha a jéghegyet kockalakúnak tesszük föl s tengerből kiálló része 100 m. magas (ez nem tartozik a ritkaságok közé!), akkor a tenger színe alatt a jéghegy még 800 m. mélyen nyúlik le s egész magassága 900 m!

A jéghegyeket a tengeráramlások magukkal ragadják a melegebb tájak felé. Ütközben a tenger hullámai megtörnek az oldalán s pusztítani kezdik. Lassankint fogy a jéghegy tenger fölé emelkedő része, de a tenger alatt a megmaradt párkány messze előrenyúlik. A Titanic-gőzös 1911-ben nem elég messze került ki egy ilyen jéghegyet, New-York felé való

útjában s ráfutott a jéghegy vízalatti párkányára. A jégben megakadt a hajó fenékpáncélja s letekeredett róla, mint ahogy a szardiniás doboz bádóg fedelét lehúzzuk. Ezért süllyedt el a hajóóriás menthetetlenül.

Észak-Amerika keleti partjain a jéghegyek leúsznak egész a 36°-ig, tehát Virginia állam déli határának szélességéig. A déli féltekén a 35°-ig feljönnek és sokkal nagyobbak és nagyobb számúak, mint az északi féltekén.*) A Bering-szoroson, sekélysége miatt csak nagyon kevés áramlás és csak nagyon kevés jég jön ki a Csendes-oceánra.

IV. Fejezet.

A tenger mozgásai.

Eltekintve az előbb említett, igen lassú áramlástól, amelyet a sarkvidékeken való lehülés és a forróégövön való fölmelegedés okoz, a tengernek három fő mozgását különböztetjük meg, u. m. a hullámzást, áramlást és árapályt.

A) A hullámzás.

A tenger vizének hullámzását a szél okozza. A vízszintesen futó szél a vízszintes, síma tengerfelszínen nem tudna hullámzást előidézni, ha nem súrlódnék hozzá. A súrlódás azonban képes megtörni a víz felületi feszültségét s megindulhat a hullámzás.**)

*) A déli jeges tengerben láttak már 40 km. hosszú s majdnem ugyanolyan széles jéghegyet is.

**) Valami nagyobb medencébe vegyünk vizet. A víz fel-

A hullámzó víz felszínére tegyünk kis palackot, annyira megtöltve vízzel, hogy éppen csak a dugója lássék ki. Így a szél nem tudja mozgatni. A kis palackot figyeljük meg, miként mozog a hullámok közt? Amint hullám ér a palackhoz, fölemeli, a hullámtarajon a palack kissé előre mozdul, aztán elmarad tőle s a hullám hátulján lesüllyed, a hullámvölgyben visszafelé mozdul s a következő hullámon ismét föl-emelkedik. Ha pontosan megfigyeljük a mozgását, kiadódik, hogy szép körvonalon jár, de tulajdonképpen nem halad tovább. Mindig visszatér eredeti helyére.

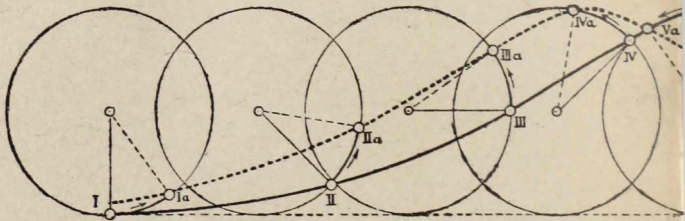
A hullámban csakugyan a víz molekulái sincsenek tulajdonképpen haladó mozgásban, hanem minden molekula körpályát ír le. Ezt a körpályát *orbitoidális* körnek nevezzük. De minden molekula orbitoidális pályájának különböző fázisában van. A tüneeményt a 27. ábra szemlélteti.

színén húzzunk végig egy tűt, úgy, hogy éppen csak a hegye érjen a vízbe. Ha lassan végighúzzuk a tűt, egyáltalán semmiféle mozgást sem látunk a víz felszínén. De ha a tű sebessége eléri a 30 centimétert másodpercenként, akkor azt vesszük észre, hogy a tű hegye előtt ceruzányi kis hullámok keletkeznek s kissé íves alakban futnak a tű előtt. Mintha a tű összeráncolta volna a víz felszínét. Valóban úgy is van. Megtörte a felületi feszültséget s redők keletkeznek. Ezeket nevezzük kapilláris hullámoknak. Mindig egyforma méretűek, szimmetrikusak s a keltő tű hegyével egyforma sebességgel futnak előre. Az így redőzött felületbe most már a szél belekapaszkodhatik. A szél megindulásakor a víz felszínén mindig először ilyen kapilláris hullámok keletkeznek s csak azután indul meg az igazi hullámzás.

Legyenek a 27. ábrán a kis körök ilyen orbitoidális pályák. Az első kör molekulája legyen I. helyen, a második köré valamivel előbbre, a II. helyen, a harmadiké a III. helyen és így tovább. A moleku-

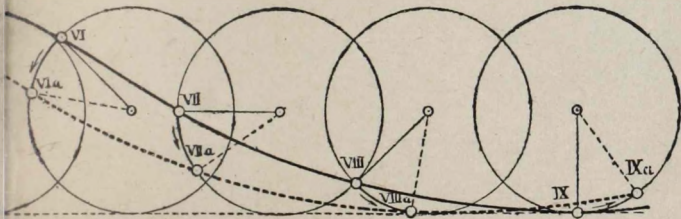
tesz meg, mialatt minden molekula egy teljes körpályát ír le az orbitoidális körön.

A hullámmozgás behatol a víz mélyébe is, de minél mélyebbre megyünk, annál kisebbek az orbitoidális körök, tehát annál alacsonyabbak a hullámok, de hosszuk ugyanaz marad. Néhány száz méternyi mélységben még a legerősebb hullámozgás is



120. oldalhoz.

27. ábra. A hullámvonala



eltekzése és haladása.

A hullámozó víz felszínére tegyünk kis palackot, annyira megtöltve vízzel, hogy éppen csak a dugója lássék ki. Így a szél nem tudja mozgatni. A kis palackot figyeljük meg, miként mozog a hullámok közt?

...ancora volna a víz felszínét. Valóban úgy is van. Megtörte a felületi feszültséget s redők keletkeznek. Ezeket nevezzük kapilláris hullámoknak. Mindig egyforma méretűek, szimmetrikusak s a keltő tű hegyével egyforma sebességgel futnak előre. Az így redőzött felületbe most már a szél belekapaszkodhatik. A szél megindulásakor a víz felszínén mindig először ilyen kapilláris hullámok keletkeznek s csak azután indul meg az igazi hullámozás.

Legyenek a 27. ábrán a kis körök ilyen orbitoidális pályák. Az első kör molekulája legyen I. helyen, a második köré valamivel előbbre, a II. helyen, a harmadiké a III. helyen és így tovább. A molekulák az óramutató forgásával ellenkező értelemben forognak. Az egy időpillanatban $\frac{1}{8}$ fázissal különböző helyzetű molekulák a rajzon kiadják a hullám alakját. Ha most minden molekula egy kis szöggel tovább mozdul, tehát az I. az Ia, a II. a IIa, a III. a IIIa stb. helyzetbe mozdul, akkor a hullám-alak egy kevéssel előre halad, amint a szaggatott vonal mutatja. Ha megint egy kicsit tovább mozdulnak a molekulák, a hullám-alak is tovább mozdul, de alakját nem változtatja.

A hullám-alakot jellemző vonalat *ciklois*-nak nevezzük. A hullám *hossza* két szomszédos hullámhegy vagy völgy között levő távolság. A hullám *magassága* a hullámvölgy és hegy közt levő magasságkülönbség. A hullám haladásának *sebességét* a hullám-hegy haladásának sebességével mérjük. Ez nem egyenlő az orbitoidális sebességgel, mert a hullám hossza nem egyenlő az orbitoidális kör hosszával, már pedig a hullám egy hullámhossznyi utat éppen annyi idő alatt tesz meg, mialatt minden molekula egy teljes körpályát ír le az orbitoidális körön.

A hullámmozgás behatol a víz mélyébe is, de minél mélyebbre megyünk, annál kisebbek az orbitoidális körök, tehát annál alacsonyabbak a hullámok, de hosszuk ugyanaz marad. Néhány száz méternyi mélységben még a legerősebb hullámozgás is

csak igen parányi kilendüléseket okoz. A legnagyobb hullámok a nyílt tengeren, a legerősebb viharok idején legfeljebb 300 m. hosszúak s legfeljebb 8—10 m. magasak. A mai nagy gőzösöket ezek a hullámok sem képesek nagyon megingatni, de a régi, kis fahajókra nézve valóságos hegyeknek tűnhettek föl, különösen akkor, amikor a kis hajó a hullámhegy legmeredekebb lejtőjén lefutva, ferde helyzetben, a következő hullámot valósággal reá omló hegynek láthatta.

Ha a hullám sekély vízre ér, akkor az orbitoidális mozgást a surlódás megcsökkenti, tehát a hullám túllődul önmagán s átbukik, tarajozik, amint a Balatonon mondják.

De a nyílt tengeren sem szimetrikusak a hullámok mindaddig, amíg a hullám sebessége kisebb a szélnél, mert a szél ilyenkor megnyomja, előretolja a hullámhegyeket s a hullámhegyek szél felé fordult oldala lankás, a széltől elfordult oldala meredek lesz. Váratlanul erős szélroham a hullámhegyeket egészen elfordíthatja, nyílt tengeren is tarajozhatnak a hullámok. Kis hajókra nézve ezek a legveszedelmesebbek.

A fokozatosan sekélyesedő partokon az egymás után átbukó és kigördülő hullámok folytonos sorozatát *hullámmorajlás*-nak (Brandungnak) nevezzük. A hirtelen, meredek falú partokon megtörő hullámok magasra felszökkennek. Ezt a tüneményt *hullámverésnek* (Klippen-Brandungnak) nevezzük.

A hullámmorajlás a partszéli homokot, kavicsot megmozgatja s *turzásokat* épít belőle. Ezek a part-

tal párhuzamosan elnyúló homok vagy kavicsgátak. A tenger felé fordult lejtőjük valamivel meredekebb, a partra néző lejtőjük lankásabb. A legnagyobb hullámok elérik a turzás éles gerincvonalát. Ha a turzás ezt a magasságot elérte, tovább nem fejlődik.



28. ábra. Turzás és laguna.

A partra ferdén kifutó hullámok a homokszemekkel nem csak úgy játszanak, hogy felgördítik a turzáslejtőn, aztán ismét visszarántják, hanem egyúttal tovább is szállítják a ferde hullámverés parti komponensének irányában. Így a turzás homokját mind tovább és tovább szállítják a hullámok, különösen olyan partokon, amelyeken valamelyik szélirány túlnyomóan uralkodó.

Ha a partot hirtelen kanyarulattal öböl szakítja meg, akkor a turzás az öböl előtt, gyengéden hajlott ív alakjában nyúlik át. Az ilyen turzást a németek Nehrungnak, az olaszok lidónak nevezik. Az ilyen

turzás elrekeszti a tengertől az öblöt s az elrekesztett öblöt olaszul lagunának, németül Haffnak nevezik. A Balaton déli partján bereknek mondják, de ez kétértelmű, azért mi a magyar nyelvhez legjobban illeszkedő *laguna* szót fogjuk használni. (Francia nyelven étang a nevük.)

A meredek partokon megtörő hullámverés a partokat pusztítja. A megtörő hullám nagy sebességgel mozgó, sok száz tonna súlyú vize nagyot üt a sziklán. Behatol a szikla repedéseibe s nagy erővel feszegeti szét. A sziklák repedéseibe behulló köveknek különösen nagy szerepük van. Általános tapasztalat, hogy minden rés idővel tágul. A szikla repedéseibe behullott kő a rázkódások következtében mind mélyebbre és mélyebbre hatol s mint az ék feszegeti szét a sziklákat.

A tenger hullámainak ezt a pusztító munkáját *abrázio*-nak nevezzük. A lepusztult partok helyén keskenyebb, vagy szélesebb vízalatti partszegély keletkezik. Ezen szerte hevernek még a lehullott, de szét nem aprózott kövek, az abrázios partszegélyen kívül pedig, a mélyebbvíz lejtőjére oda rakódik a felmorzsolts törmelék: a parthoz legközelebb a kövek, azután a kavics, majd a homok s legmesszebb az iszap.

Az abrázios partszegély bizonyos határon túl nem szélesedhetik, mert a hullámok a széles partszegélyen már elvesztik sebességüket s a sziklafalakat nem tudják többé pusztítani. Az abrázio messze előre a szárazföldre csak akkor hatolhat, ha a kon-

tinens süllyedőben van, illetőleg a tenger relative emelkedik. Ebben az esetben az abráziós szegély nagyon széles, több kilométer is lehet, de nem lesz sík, hanem domború felület, mert a régebben abrasált részek már mélyen elsüllyedtek. Ilyen abrázióval keletkezett a New-Foundlandi-zátony tenger alatti hátsága, vagy az Északi-tengerben, Anglia közelében a Dogger-bank stb. Az abrázió pusztítására jó példát látunk Helgoland szigetén, továbbá az Adria dalmáciai partjain, különösen Lacroma szigeten stb.

A hullámverés és hullámmorajlás együttesen arra törekszenek, hogy a tagozott partokat kiegyenlítsék. A kiálló fokokat a hullámverés abrasálja, az öblöket turzásokkal elzárja. Ezért a fiatal partok tagozottak, az idős partok kiegyenesedtek.

B) Áramlások.

Mivel a szél a hullámokat deformálja, sőt tarajzásig átbuktatja, azért a víz felszíni molekuláinak orbitoidális pályája nagy, erős szél idején összezavarodik. A vízmolekulák nem mozognak bezárt pályán, hanem valósággal elmozdulnak a szél irányában. Tartós szélben emmiatt áramlás keletkezik a széllal egyirányban.

A szélkeltette áramlás a szélfúttá parton duzzadást okoz. A szélduzzasztás tényét először a Balatonon sikerült pontosan kimutatni. De a tünemény a tengeren igen nagy arányú lehet. Különösen ha a

szél a dagálllyal együtt jön meg, akkor kivételesen magas dagály keletkezik. Ezt *vihardagály*-nak nevezzük. Különösen veszedelmes tünemény sekély partokon.

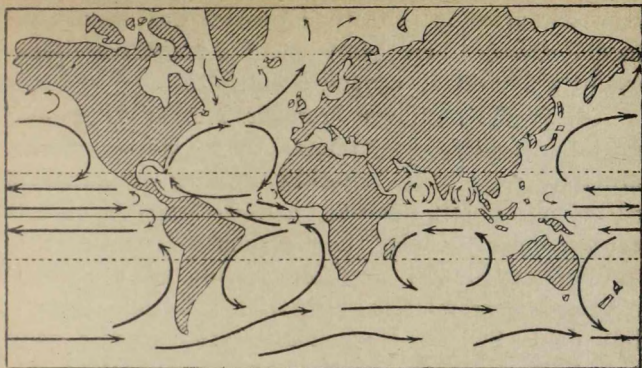
A víz felhalmozódása szélfúttá partokon nem mehet a végtelenségig. A felhalmozott, megduzzadt víz oldalirányban elfolyik s valamiféle úton visszatér oda, ahonnan a szél elvitte. Ezért minden tengeráramlás bezárt cirkulációnak része. Egymagában tartós áramlás el sem képzelhető.

Valóban a Föld felszínén minden tartós, vagy állandó szél hatására állandó áramlás keletkezik, de mindig csak mint valami bezárt áramkörnek egy része.

Áramlást indítanak az állandó passzát-szelek, még pedig keletről nyugatra tartó irányban, mert csak ez a komponensük működhetik, egymással szemben hatást nem fejthetnek ki. Ugyancsak áramlást indítanak a mérsékelt égövek uralkodó nyugati szelei, természetesen nyugat-keleti irányban. Ezek az áramlások a passzát-indította áramlásokkal zárt körözésekké tevődnek össze.

Így keletkezik minden oceán-részben egy-egy zárt áramkör, az északi féltekén az óramutató járásával megegyező, a déli féltekén ellenkező értelemben (29. ábra).

1. Az észak-atlanti áramkör részei a következők: a) az észak-atlanti ekvatoriális áramlás, b) a Florida-áramlás, c) a Golf-áram. Ez Európa partjainak ütközve két irányban is kitérhet. Egyik ága d) délfele



29. ábra. A tengeráramlások vázlatos térképe.

mint Canari-áramlás visszatér az egyenlítői (ekvatoriális) áramhoz s az észak-atlanti áramkört bezárja, e) másik ága Britannia és Norvégia partjain északnak tart, meleg vizével megakadályozza a parti tengerek befagyását, felhatol a Spitzbergákig, aztán megfordul az északi sarkvidéki tengerben s Grönland keleti partjain tér vissza, mint f) grönlandi áramlás. Keskeny helyen, nagy sebességgel ömlik itt délre a hideg víz, jégtorlaszokat, jéghegyeket, egész nagy jégtablákat ragadva magával.

2. A dél-atlanti-áramkör részei: a) a dél-atlanti-ekvatoriális áram, b) a brazíliai, c) a nagy antarktikus-áramkör atlanti része, d) az Afrika partjai mellett felhúzódó Benguella-áramlás zárja be a kört.

3. Az észak-pacifikus áramkör részei (a Csendes-óceán északi részében): a) az észak-pacifikus-ekvatoriális áramlás, b) a Japán mellett elsurranó

Kuro-Sio-áramlás (a Golf-áramlás párja), c) a Californiai áramlás. Ez fejezi be az áramkört s visszaszállítja a vizet az egyenlítő vidékére.

4. A dél-pacifikus áramkör részei: a) a dél-pacifikus-ekvatoriális áramlás, b) a kelet-ausztráliai áramlás, c) a nagy antarktikus áramkör pacifikus része, d) a Dél-Amerika nyugati partjai mellett északra húzódó, hideg, ködös Humboldt-áramlás.

5. A dél-indiai áramkör részei: a) dél-indiai-ekvatoriális áramlás, b) az Afrika keleti partjai mellett délre húzódó Moçambique-áramlás, c) a nagy antarktikus áramlás indiai része, d) a nyugat-ausztráliai áramlás.

Ezekén kívül még a következőket kell megjegyeznünk.

1. Az állandó nyugati szél az északi mérsékelt égövön nem tud összefüggő áramlást létrehozni, de a déli féltekén igen, mert a kontinensek déli nyúlványaitól délre van rá hely. Ezt az összefüggő, nagy áramkört antarktikus áramkörnek nevezzük. Ebbe kapcsolódik bele mindegyik déli ocean mérsékelt égövi árama.

2. Az egyenlítő mentén, tudjuk, a szélcsendek öve húzódik körül a Földön. Ezen a keskeny zónán szintén vissza tud térni a passzát-szélről nyugatra hajtott víznek egy része. Azért mindhárom oceanban ekvatoriális ellenáramlás keletkezik. Keskeny, gyenge áramlás ez, de nem szabad róla megfeledkeznünk. Az Indiai-oceanban csak télen található, majd meg látjuk, miért?

3. Az Indiai-oceán északi részében nem a passzát-szélrendszer, hanem a monzún-rendszer uralkodik. Ez évszakonként váltakozó szél: télen itt északkeleti, nyáron délnyugati. Ezért az Indiai-oceán északi részében, tehát különösen az Arab- és Bengáli-öbölben nem keletkezik állandó irányú áramkör, hanem évszakonként váltakozó. Télen a monzún olyan irányú, mint amilyen a passzát-szél volna ezen a helyen, azért a normális viszonyokhoz hasonlóan, ebben a tengerrészben is az óramutató járásával megegyező értelmű áramkör keletkezik. Nyáron azonban a szél iránya megfordul, mintha a déli félteke passzát-szele áthúzódnék az északi féltekére is, azért ekkor itt is az óramutató forgásával ellenkező értelmű áramkör keletkezik. — Az Indiai-oceán északi részének ez a szabályosan váltakozó áramlásrendszere a legfényesebb bizonyítéka annak, hogy az áramlásokat csakugyan az uralkodó szelek okozzák.

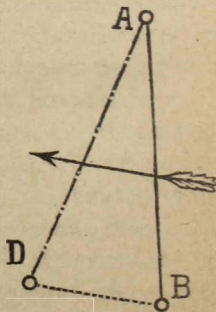
Az Atlanti-oceánban a Golf-áram magával ragadja a közép-amerikai szigetvilág partjain tengerbe jutott fatörzseket, ágakat stb. s ezeknek nagy részét a Spitzbergákon és Grönlandban teszi partra. Ezt uszadékfának nevezzük s az eszkimóknak nagy jótétemény. Az áramköröktől körülkeringett, nem áramló tengerrészekben felhalmozódik a partokról elragadott tengeri-fű (sargassum), a régi hajósok féltelmes ellensége. Az ilyen zöldelő tengeri füvel ellepett tengerrészeket Sargassum-tengereknek nevezzük.

A felsorolt nagy áramlásokon kívül vannak még kisebb áramlások is, különösen mellék- és beltenge-

rekben. Ezeket is a szél, de azonkívül az árapály s esetleg egyéb tünemények okozzák.

A tengeráramlások irányát és nagyságát a nyílt tengeren a következőleg állapítják meg. Minden hajó köteles minden délben helyzetét a tengeren csillagászatilag meghatározni. Azonkívül köteles a hajó haladásának irányát a mágnesű segítségével állandóan ellenőrizni és nyilvántartani. Végül köteles minden hajó zsinórra kötve maga után vontatni a *log* nevezetű műszert. Ez propeller-szárnyakkal ellátott cső, amely a vízben vontatva, forog, mint a papiros-pörgettyű a szélben. A forgó szárnyhoz nem forgó számláló-készülék van erősítve. Minél gyorsabban halad a hajó, annál gyorsabban forog a log. A log forgásszámaiból könnyű meghatározni a megtett út hosszát.

Tegyük föl, hogy valamely hajó egyik nap délben A helyen van (30. ábra). A kapitány a kronométer és a Nap segítségével megállapította a hajó pontos helyét. Másnap délben a hajónak B helyen kellene lennie, mert a mágnesű szerint ez volt a haladás iránya és a log szerint ekkora útát tett meg A kapitány ezzel nem elégszik meg, hanem megint meghatározza a hajó helyének földrajzi szélességét a Nap szerint és hosszúságát a kronométer segítségével.



30. ábra. A tengeráramlások meghatározása.

Meghatározása alapján kitűnt, hogy a hajó nem B hanem D helyen van. Ennek az az oka, hogy időközben a tengeráramlás a hajót magával ragadta a BD-vel párhuzamos irányban s akkora sebességgel, hogy a hajó egy nap alatt csupán az áramlás hatása alatt BD útat tette volna meg. Ez az áramlás sebességének mértékéül szolgálhat.

A partokról az áramlást nem lehet látni, vagy csak nagyon ritkán. Legszebb a Florida áramlás. Ezt a partokról is lehet látni, mint rohanó, sebes folyamot.

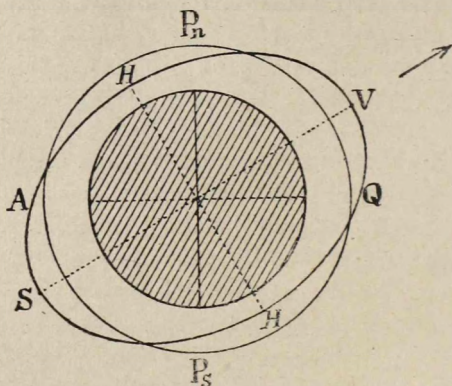
Az áramlások nem hatnak le mélyen a tenger vizébe, néhány 100 m. mélységben már nincsenek.

C) Az árapály.

Az árapály vagy tengerjárás tűneményét a Hold és a Nap vonzása okozza. Magasabb matematikai képzettség nélkül a tűneményt pontosan megmagyarázni nagyon nehéz.

Egyszerűbb eszközökkel a tűneményt a következőleg magyarázhatjuk meg (31. ábra). Legyen a Hold V hely fölött a zeniten. Ezen a helyen minden testnek súlya megcsökkenik, mert a Hold a földi nehézséggel ellenkező irányban hat tömegvonzásával. Itt tehát a tenger vize is kisebb nyomású, mint H—H kör mentén. A H—H kör mentén álló emberek a Holdat éppen a láthatáron látják kelni vagy nyugodni. A víz pedig a hidrodinamika törvényei értelmében a nagyobb nyomású helyről a kisebb nyomású helyre áramlik. A tengervíz tehát H—H kör vidéké-

ről V hely felé fog tódulni, amíg annyira föl nem halmozódik, hogy nyomása olyan lesz, mint eredetileg volt. Itt tehát dagály, duzzadás keletkezik.



31. ábra. Az árapály magyarázata.

A V ellenlábás pontján, S helyen szintén dagály támad a következő okból. A vízre itt is nem csak a Föld, hanem a Hold is vonzólag hat. Egyszóval a hatás olyan, mintha a Föld és Hold közös súlypontja hatna a vízre. Ez a közös súlypont közel van ugyan a Föld középpontjához, mert a Föld sokkal nagyobb tömeg, mint a Hold, de azért mégis a Föld középpontján kívül, V hely felé van. Mivel S hely ettől a tömegközépponttól meszebb van, mint H—H kör, azért itt is kisebb a vonzás, mint H—H kör mentén. Itt is dagálynak kell tehát keletkeznie, mint V ponton.

Ez a magyarázat számításokkal ki is adja a da-

gályt és apályt, de ez csak úgynevezett statikai árapály lesz, mindössze néhány centiméter. Mivel azonban ez a két dagálypúp a Hold járásával (ill. a Föld forgásával) naponként körüljárja a Földet s útközben erősen súrlódik, azért megduzzad és sokkal magasabb lesz, mint a statikai dagály. Azért az igazi, valóban észlelhető árapályt dinamikai árapálynak nevezzük.

A Hold nem fekszik a Föld egyenlítőjének síkjában, csak úgynevezett csomópontjai idején, havonként kétszer, mert hisz a holdpálya síkja az egyenlítő síkjához mintegy 28° -kal hajlik. Ezért a Föld minden helyén a napi két dagály csak a csomópontok idején lesz egyenlő, különben nem. Néha az a dagály magasabb, amely a Hold delelése idején észlelhető és sokkal alacsonyabb lesz a másik, amely a Hold alsó kulminációja idején mutatkozik. Máskor fordítva van a dolog. Ezt nevezzük havi egyenlőtlenségnek.

A Hold minden nap kereken egy órával későbbben kel, saját mozgása miatt, hisz ellenkező értelemben kering körül a Föld körül, mint ahogy az égen látszik körüljárni. Ezért a dagályok is minden nap kereken egy órával késnek. *)

*) A Hold keringésének valódi időtartama 27 nap, 7 óra, 43 perc és 11.5 másodperc. Így tehát a napi elmaradás a nap 24 órájának kereken egy 27-ed része, mintegy 57 perc. Mialatt a Hold az égen körülkering, azalatt a Nap is előre megy a csillagok közt, évi pályájának mintegy $\frac{1}{12}$ részével, tehát a Hold is kénytelen pályájának $\frac{1}{12}$ részével többet tenni meg, hogy utolérje a Napot. Ez körülbelül $2\frac{1}{4}$ napot jelent, tehát

A Holdon kívül a Nap is okoz árapályt, de jóval kisebbet, mert nagyon messze van. Olyan időben, amikor a Hold és a Nap együttállásban vannak (újholdkor) vagy szemben állnak egymással (holdtöltekor), akkor erősítik hatásukat s a rendesnél magasabb dagály, úgynevezett *szizigai* dagály keletkezik. Amikor egymáshoz képest derékszögben állnak (első és utolsó negyed), akkor a dagály a rendesnél kisebb. Ezt nevezzük kvadraturai dagálynak.

A Hold bonyolult járása miatt a dagályok nagyon egyenlőtlenek s számításuk nehéz. Az egyenlőtlenségeket még fokozzák a tengerek bonyolult alakja, a mélységek egyenlőtlenségei és a szél járása. Így tehát nem igen lehet számítás útján megtudni, hogy a Föld egyes helyein mekkorának kellene lennie a dagálynak. Tapasztalathoz fordulunk s minden nevezetesebb kikötőben pontosan tanulmányozzák a dagály járását. A dagályhullám mindig elkésik a Hold kulminációihoz képest. Ez a késedelem minden helyen más és más, de ugyanazon a helyen állandó. Azt az időt, ami a Hold kulminációja és a dagály kulminációja közt eltelik, *kikötőidő*-nek nevezzük. Fontos tudnunk, mert a hajó kikötése a legtöbb kikötőben csak dagály idején történhetik.

A dagályhullám tetővonalát valamely pillanatban a térképre felrajzolhatjuk. Azt a vonalat, amely

a Hold a Naphoz képest $29\frac{1}{2}$ nap múlva tér vissza ugyanabba a helyzetbe. Az igazi körülkeringés ideje a sziderikus hónap, a Naphoz képest ugyanabba a helyzetbe való visszatérés (újholdtól újholdig) a szinódikus hónap.

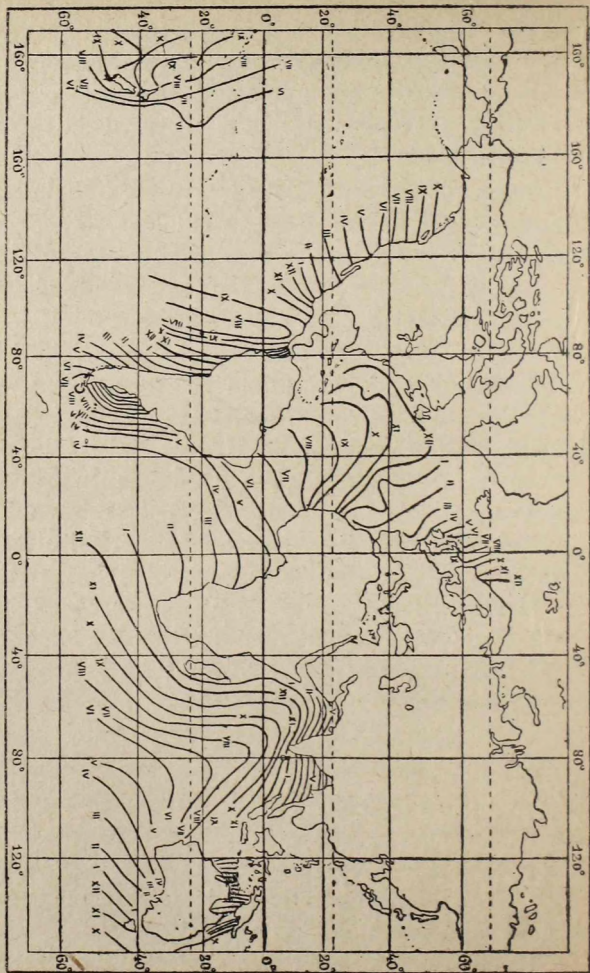
bizonyos időpillanatban a dagályhullám tetővonalát jelzi a térképen, *izoráchiá*-nak, vagy *kotidális* vonalnak nevezzük. Az izoráchiákat óránként megszerkeszthetjük s szépen előttünk áll a dagályhullám vonulása (32. ábra).

A dagályhullám keletről nyugatra halad, az Atlanti-óceánba délről északra hatol be, sőt Britanniát egészen körülkerüli s a Calaisi-szoros nyílásában találkozik a La-Mancheon át behatolt dagályhullámmal. Ezért ezen a tájon igen bonyolult a dagály járása. Az Atlanti-óceán nyugati partjain Amerikába ütközik a dagályhullám s igen magasra szökik föl. Az Amazonasz torkolatában, az Unio keleti partjain, de különösen a Szt.-Lőrinc folyó torkolati vidékén igen magas a dagály. Általában fokozatosan keskenyedő öblökben szokott a legmagasabbra szökni, pl. a Bristol-csatornában (Anglia délnyugati oldalán) 12 méter, a Fundy-öbölben, Canada keleti partján 15—20 m-re szökik az ár.

A Csendes-óceán nyugati partjain szintén igen magas a dagály s a japáni szigetek közt igen heves áramlásokat okoz.

A Földközi-tengerben nem jöhet létre dinamikus árapály, azért csak alacsony a dagály, alig teszi ki 0.5 métert, helyenkint pl. Fiumében rendszeresen csak néhány cm. A dagály okozta áramlások hozták létre a Scylla és Charybdis örvénylését a Messinai-szoros előtt. Ma ezek teljesen jelentéktelenek, valószínűleg a partok átalakulásai miatt.

Némely folyótorkolatba a dagályhullám átbukó,



32. ábra. Izoráchiák vagy kotidális vonalak.

tarajozó alakban hatol be. Ezt a tüneményt özönárnak nevezzük. Különösen nagyszerű a jelenség a Hang-csou-öbölben, a Jang-ce-kiang torkolatától délre, Khinában. Mintegy 3—4 m. magas, mennydörögve omló vízfal alakjában rohan be a dagály a széles öbölbe s a hajózást lehetetlenné teszi. Ugyanez a tünemény régóta ismeretes volt a Seine torkolatában (barre), de a szabályozás következtében eltűnt. A Gironde-torokban mascaret a neve, a Szt.-Lőrinc-torkolatban bore, az Amazonasz torkolatában pororóka.

A dagály beköszöntése a part felé tartó viharok alkalmával katasztrófális lehet. Ezek a vihardagályok (Sturmfluth). Németország északi partjain biztos történelmi följegyzések szerint 106 község, köztük 11 sziget lett már eddig a vihardagályok martaléka. Újabb időben hatalmas gátak védelmezik a partokat a vihardagályok ellen. Sokat szenved Hollandia is a vihardagályoktól, erős cölöpözések, kőgátak, töltések védik, különösen a kiszáritott, alacsony poldereket a vihardagályoktól. Mégis megtörténhetik egy-egy gátszakadás s akkor a berohanó magas dagály rettentő pusztítást művel.

A Jang-ce-kiang deltáját az özönár ellen, de különösen az esetleges vihardagályok ellen (néha a tai-fun okoz szokatlan magas dagályokat), 300 km. hosszú parti gát védelmezi. Ebből mintegy 100 km. hosszú darab 7 m. magas, faragott kövekből épített fal, a hatalmas kötömbök bronz kapcsokkal vannak egymáshoz kötve.

A vízözön mondája is vihardagályra vezethető vissza. Az Izdrubal-eposz részletesen elmondja a bibliából ismert történetet, de mint eredeti kútfő, nem beszél az egész Föld elöntéséről, hanem csak vihardagályról, amely a mezopotámiai alföldet, az öntözött kerteket, csatornákat stb. tönkretette.

Földrengések is okozhatnak a dagályhullámhoz hasonló, rövidebb, magasabb hullámokat, mint a lisboai, a messinai s a középamerikai földrengések alkalmával.

Végül meg kell jegyeznünk, hogy egyes, elzártabb tengerekben a víz szabályos ingadozásba is jöhet, mint a teknőben meglódított víz. Ezt a tünetényt seiche (olv. szés) néven ismerik a Genfi-tavon, majd a tavakkal kapcsolatban szó lesz róluk.

A tenger hullámai az árapállal szövetkezve tudnak igazán nagy pusztítást végezni. Az árapály és hullámzás együtt adják a tenger *munkaképességét*. Ha ez nagyobb, mint a partra jutó törmelék elszállításához szükséges munka, akkor pusztuló partok és tölcsértorkolatok keletkeznek. Ha a munkaképesség kisebb, mint a tengerpartra jutó törmelék elszállításához szükséges munka, akkor turzások és delták keletkeznek.

Deltája van a Földközi tengerbe ömlő folyóknak, u. m. a Nílus, Medzserda, Seliff, Ebro, Rhône, Po és a vele együtt építkező Adige, Brenta, Piave, Tagliamento és Isonzo, továbbá a Struma, Vardar, Marica, Duna, Dnyeper, Don stb. folyóknak. Deltája van a Volgának, Amu-Darjának, Szír-Darjának, mert

tóba ömlenek, továbbá a Yukon, Mackenzie, Jenisszei, Léna stb., a sarki tengerbe ömlő folyóknak, azután a Mississipinek, mert a Mexicoi-öbölbe ömlik, a Tigris-Eufrátesnek a Perzsa-öbölben, az Indusnak az Arab-öbölben, a Ganges-Bramaputrának a Bengáli-öbölben, az Iravaddinak, Mekongnak, mert szigetekkel elrekesztett, sekély tengerrészekbe ömölnek. A Jang-ce-kiang és Hoang-ho hajdan közös deltát építettek. A Hoang-ho ma északra folyik, a Pecsili öbölbe, ott épít deltát, a Jang-ce-kiang deltáját pedig most pusztítani kezdi a tenger.

Tölcsértorkolata van a britanniai folyóknak, továbbá az Elbe, Weser, Seine, Loire, Gironde-Garonne, Duero, Tajo, Szenegal, Kongo, La Plata, Szent-Lőrinc, Hudson stb. folyóknak. Deltája van az Orinoko, Níger, Zambezi folyóknak, mert két oldalról érkező dagályhullám rontja le egymás hatását. Az Ob torkolata fordított fjord, a Rajna torkolata pusztuló delta.

Mindezekről később még részletesebben lesz szó.

IRODALOM.

- G. V. BOGUSLAWSKI és O. KRÜMMEL: *Handbuch der Ocenographie*, Stuttgart, 1881—87, II. kiadás
— A legkitünőbb összefoglaló munka az egész világ-irodalomban.
- THOULET: *L' Océan, ses lois, ses problèmes*. Paris, 1904.
- DEUTSCHE SEEWARTE: *Atlas des Atlantischen Ozeans* (II. kiadás 1902.), *des Stillen Ozeans* (1890), *des Indischen Ozeans* (1896). — Ezek nélkül nem lehet az oceánokat alaposan megismerni.
- Segelhandbuch*. Minden oceánra külön, sőt egyes tenger-részekre is külön kötetek készültek a Deutsche Seewarte (Hamburg) kiadásában s mindig felújítatnak. Szintén nélkülözhetetlenek.
- Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie*. 1872-től kezdve. Szintén a Deutsche Seewarte kiadása s temérdek nagybecsű értekezésen kívül az egész világ-irodalmat ismerteti.
- DARWIN, G. H.: *A tengerjárás és rokontünemények naprendszerünkben*. Fordította: dr. Kövesligethy Radó. Budapest, 1904. K. M. Természettud. Társulat.
- KELLER: *A tenger élete*. Budapest. U. o.
- KRÜMMEL O.: *Az oczeán*. U. o.
- CHUN KÁROLY: *Mély tengerek világa*. Átdolgozta dr. Szilády Zoltán. Budapest, 1902. M. Földrajzi Társaság könyvtára, III. kötet.
- Expedition S. M. Schiff „Pola“ in das Rothe Meer stb*. Wien 1896-től 1900-ig. — Az Osztrák-Magyar hadi-tengerészet régi hajójának, a „Polá“-nak tanulmányai vannak benne összefoglalva. Bár közös költségen végezték a tanulmányokat, sem ezekhez, sem a publikációkhoz a magyarok-

nak semmi közük sem volt, sajnós. — Az eredmények elég értékesek.

CHOLNOKY JENŐ: *A Föld felszíni formáinak ismerete.* (*Morfológia.*) Budapest, K. M. Egyetemi Nyomda. — Különösen a 183—212. oldalak tartalma vonatkozik ide.

A Tenger. Tudományos és társadalmi, tengerészeti és közgazdasági havi folyóirat. A Magyar Adria Egyesület Közlönye. Budapest. Megindult 1911-ben. Egészen népszerű folyóirat, de sok jó olvasmányt, az újabb kötetek néhány eredeti tanulmányt is közölnek.

TUDOMÁNYOS GYŰJTEMÉNY

A könyvsorozat, melyet ezen a hagyományos régi címen indítottunk meg, méltóképen folytatni igyekszik Kazinczy és Széchenyi korának legeredményesebb tudományos vállalkozását, mely ezt a címet viseli. Tudományos bevezetések és összefoglalásokat ad közre a szellemi és a természettudományok egész területéről; a legjobb tudományos szakérők tollából oly munkákat bocsát ki, melyek a legmagasabb tudományos igények szemmel tartása mellett is közérthetőek, egyszerű, világos, szabatos és áttekinthetően tagolt előadásban tájékoztatnak minden művelt olvasót a tudomány egyes területein elért eredményekről. A könyvsorozat tekintettel van az egyetemi és főiskolai oktatás szükségleteire s különösen figyelmet fordít az egyetemes tudományosság magyar vonatkozású tanulmányaira.

Eddig megjelent kötetek:

1. Prinz Gyula: EURÓPA VÁROSAI. Ára: 1 pengő 80 fill.
2. Cholnoky Jenő: ÁLTALÁNOS FÖLDRAJZ.
4. (Az I. kötet ára egész vászonkötésben 3 pengő 60 fill., a II. kötet 5 pengő 20 fill.
3. Dékány István: BEVEZETÉS A TÁRSADALOM LÉLEKTANÁBA. Ára: 2 P. 40 f.
5. Gaál István: A FÖLD TÖRTÉNETE. Ára: 3 pengő 20 fill.
6. Eckhart Ferenc: BEVEZETÉS A MAGYAR TÖRTÉNELEMBE. Ára: 3 pengő 20 fill.
7. Kuncz Ödön: BEVEZETÉS A JOGTUDOMÁNYBA. (Jogi enciklopédia.) Ára: 3 P. 20 f.
8. Rhorer László: ATOMOK, MOLEKULÁK, KRISTÁLYOK. Ára: 3 pengő 20 fill.
9. Lassovszky Károly: A MARS BOLYGÓ. Ára: 2 pengő 60 fill.

- 10—11. Soos Lajos: RENDSZERES ALLATTAN.
I.—II. Ára kötetenkint 4 pengő.
12. Nagy József: AZ ETHIKA ALAPVONALAI.
Ára: 3 pengő 60 fill.
13. Dr. jur. et med. Szász Béla: ORVOSI JOGTUDOMÁNY. (Jurisprudentia medica). Ára: 5 pengő 20 fill.
14. Gombocz Endre: RENDSZERES NÖVÉNYTAN I. Ára: 4 pengő.
15. Prínz Gyula: MAGYARORSZÁG FÖLDRAJZA I. Ára: 4 pengő.
16. Gombocz Zoltán: A MAGYAR TÖRTÉNETI NYELVTAN VÁZLATA. (IV. Jelentéstan.) Ára: 2 pengő 80 fill.
17. } Bozóky Géza: MAGYAR VÁLTÓJOG I.—II.
18. } Ára kötetenkint 6 pengő.
19. Várkonyi Hildebrand: A PSZICHOLÓGIA ALAPVETÉSE. Ára: 2 pengő 80 fill.
20. } Molnár Kálmán: MAGYAR KÖZJOG I.—II.
21. } Ára kötetenkint 6 pengő 40 fill.
22. Dudich Endre: RENDSZERES ALLATTAN III. Ára: 5 pengő 40 fill.
23. Kérészy Zoltán: KATHOLIKUS EGYHÁZI JOG I. Ára: 6 pengő 40 fillér.
24. Irk Albert: A NEMZETEK SZÖVETSÉGE. Ára: 4 pengő.
25. Gombocz Endre: RENDSZERES NÖVÉNYTAN II. Ára: 4 pengő 50 fillér.
26. Nagy József: A PSZICHOLÓGIA FŐKÉRDÉSEI. Ára: 4 pengő 60 fillér.
27. Kérészy Zoltán: KATHOLIKUS EGYHÁZI JOG. II. Ára: 5 pengő 20 fillér.

28. Kérészy Zoltán: KATHOLIKUS EGYHÁZI JOG. III. Ára: 5 pengő 20 fillér.
29. Hankó Béla: RENDSZERES ÁLLATTAN IV. Ára: 4 pengő.
30. Jakubovich—Pais: Ó-MAGYAR OLVASÓ-KÖNYV. Ára 12 pengő.
31. Kérészy Zoltán: KATHOLIKUS EGYHÁZI JOG. IV. Ára füzve 6 pengő 80 fillér, egész vászonkötésben: 7 pengő 80 fillér.
32. Kastner Jenő: OLASZ-MAGYAR KÉZISZÓ-TÁR. Ára egész vászonkötésben 18 pengő.
34. Bárczi Géza: Ó FRANCIA HANG- ÉS ALAKTAN. Sajtó alatt.

DUNÁNTÚL
KÖNYVKIADÓ ÉS NYOMDA RT.
EGYETEMI NYOMDÁJA

PÉCS
PERCZEL-UTCA

42

SPECIÁLIS SZEDÉSEK:
LATIN, TÖRÖK, GÖRÖG, HÉBER
STB. BETŰKBŐL ::: HANGJEGYSZEDÉS