

TANKÖNYV

A M. KIR. HONVÉD LUDOVIKA AKADEMIA SZÁMÁRA.

10917-2

A
FIZIKAI FÖLDRAJZ
ÁTTEKINTÉSE. 67

IRTA

NYIRJESI LÉTAY GYULA

M. KIR. HONVÉD SZÁZADOS, TANÁR A LUDOVIKA AKADEMIÁN.

A SZÖVEG KÖZÉ NYOMTATOTT 106 ÁBRÁVAL ÉS SZÁMOS
TÁBLÁZATTAL.



BUDAPEST

PALLAS IRODALMI ÉS NYOMDAI RÉSZVÉNYTÁRSASÁG

1903.

M. kir. Hadtörténelmi Levéltár. IV. csoport.
Nagykönyvtár.
Budapest, IV., Váci-utca 38. I. emelet.

Helyszám:

10917-71

Szakbeosztás:

Melléletek:

Állapot hiánytalan.

A kölcsönzés szabályai:

Használati idő mindenki számára: Tudományos művek: 1 hónap, szépirodalmi művek: 3 hét. A műveket másoknak továbbítani tilos. A kölcsönző a könyvek teljességéért a vasúti és postai szállítás okozta esetleges károkért felelős és kártérítésre kötelezett.

A könyvekbe sem tintával, sem irónnal semmit bejegyezni nem szabad.

M. Kir.
Hadtörténelmi Levéltár
IV. csoport
Nagykönyvtár
Budapest, IV., Váci-u. 38. I. E.

Mélyen tisztelt és nagyrabecsült
parancsnokának
hű ragaszkodása jeliül
Kaposvár 1904 február 4. én
aláratos alárendeltje
Létay Gyula parados

TANKÖNYV

10.917-2

A M. KIR. HONVÉD LUDOVIKA AKADEMIA SZÁMÁRA.

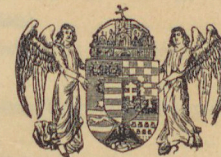
A
TARTALOMJEGYZÉK
FIZIKAI FÖLDRAJZ
ÁTTEKINTÉSE.

IRTA

NYIRJESI LÉTAY GYULA

M. KIR. HONVÉD SZÁZADOS, TANÁR A LUDOVIKA AKADEMIÁN.

A SZÖVEG KÖZÉ NYOMTATOTT 106 ÁBRÁVAL ÉS SZÁMOS
TÁBLÁZATTAL.



BUDAPEST

PALLAS IRODALMI ÉS NYOMDAI RÉSZVÉNYTÁRSASÁG

1903.

	Oldal
g) A folyók kimosása. Völgyképződés	69
h) A lerakodmány (Alluvium)	76
i) A folyók torkolatai	81
j) A tenger munkája a partok mentén	85
k) A glecserek hatásai	91
l) A szél munkája	99
11. A geológiai korszakok	102

IV. RÉSZ.

A szárazföld egyenetlenségei.

12. A szárazföld domborzata	108
a) A domborzat beosztása a külső alakulás szerint	112
b) A domborzat beosztása magasság szerint	115
c) A domborzat beosztása keletkezése szerint	118
13. A szárazföldek domborzatának jelentősége	131
14. A völgyek	132
15. A folyók	138
16. A tavak	143
17. Moesarak és lápok	148

V. RÉSZ.

A tenger.

18. A tengerek beosztása, medre, mélysége	152
19. A tengervíz vegyi összetétele, fajsúlya, színe	156
20. A tengervíz hőmérséke	159
21. Jégképződés	162
22. A tenger mozgásai	163
a) A hullámozás	163
b) Az árapály	165
c) Az áramlatok	172

VI. RÉSZ.

A légkörről.

23. A levegő alkotórészei, súlya, a légkör magassága	176
24. A légkör hőmérséke	178
25. A légkör nyomása	185
26. A szelek	187
27. A légkör nedvessége és annak lecsapódásai	194
28. Az éghajlat	203

HASZNÁLT MŰVEK.

A tankönyv szerkesztésénél felhasznált források a hazai és külföldi szakirodalom kiváló művei, továbbá a legújabb kor nagyszámú földrajzi és geológiai kutatásait összefoglaló szakmunkák, földrajzi leírások, műszaki cikkek, valamint számos szak-folyóirat közleményei. Ugyanezen forrásokból vettem ki, vagy állítottam össze a szöveghez mellékelt ábrákat is.

A főforrások betűsoros névjegyzéke:

- Auszug aus den Sitzungsberichten der Akademie der Wissenschaften in Berlin.
 Annales du bureau centrale météorologique de France.
 American Journal of Science.
 Bulletin de la Société géologique de France.
 Balbi: Allgemeine Erdbeschreibung.
 Baló és Miklós: A csillagászati és fizikai földrajz elemei.
 Bezold: Meteorologische Zeitschrift.
 Beber: Handbuch der Witterungskunde.
 Brückner: Klimaschwankungen.
 Crijjič: Das Karstphänomen.
 Daniel: Handbuch der Geographie.
 Diller: A late Volcanic Eruption in Northern California.
 Dutton: Tertiary History of the Grand Cañon District.
 Földtani intézet évkönyve.
 Földrajzi közlemények.
 Geographisches Jahrbuch.
 Günther: Lehrbuch der physikalischen Geographie.
 Holmes-Peale: Yellowstone National Park.
 Heim: Über die Verwitterung im Gebirge.
 Hann, Hochstetter és Pokorny: Allgemeine Erdkunde.
 Hann: Klimatologie.
 Heim: Gletscherkunde.
 Hörnes: Erdbebenkunde.
 Jahrbuch des Schweizer Alpenklub.
 Kayser: Lehrbuch der Geologie.

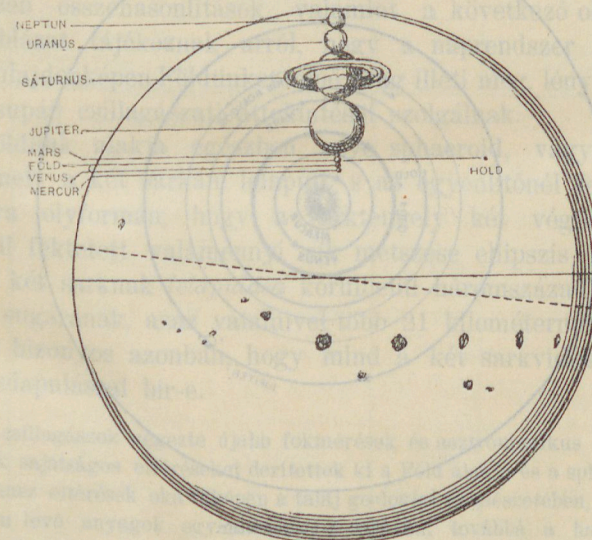
- Koch: Ásvány, közet- és földtan.
 Kùhtreiber: Geographische Skizzen.
 Krümmel: Ozeanographie.
 Lapparent: Traité de geologie.
 Letoschek: Leitfaden der Geographie.
 Löwl: Die gebirgsbildenden Felsarten.
 Mallet: Earthquake Catalogue London.
 Mittheilungen des k. k. geographischen Institutes.
 Martel: Les abîmes.
 Nagy László: Tereptan.
 Nemes: Európa földleírása.
 Okrótny: Földrajzi iverk.
 Österreichische Zeitschrift für Meteorologie.
 Peschel: Physische Erdkunde.
 Pramberger: Militär-Geographie.
 Petermann's: Geographische Mittheilungen.
 Penck: Morphologie der Erdoberfläche.
 Rühlmann: Hydromechanik.
 Ratzel: Politische Geographie.
 « Die Erde und das Leben.
 Ráth: Mathematikai és fizikai földrajz.
 Reclus-Geóceze: A hegyek története.
 Reclus: A Föld.
 « Ule Die Erde.
 Roth: Ásvány-, közet- és földtan.
 Sonklar: Leitfaden der physikalischen Erdkunde.
 Sonklar-Letoschek: Lehrbuch der Geographie.
 Supan: Grundzüge der physikalischen Erdkunde.
 Schellong: Klimatologie der Tropen.
 Szabó: Geológia.
 « Előadások a geológia köréből.
 Suess: Das Antlitz der Erde.
 Smith: The eruption of Tarawera.
 Wagner: Lehrbuch der Geographie.
 Zeitschrift für wissenschaftliche Geographie.
 És még számos más szakmunka és folyóirat

I. RÉSZ.

A Föld mint fizikai test.

1. A föld alakja, nagysága és viszonya a naprendszer többi bolygóihoz.

Földünk az égitestek végtelenségében csupán egy por-szem, egyike a legutolsóbbrendű csillagoknak s egyik kisebbje a Napnak; melynek átmérője 109-szer múlja felül

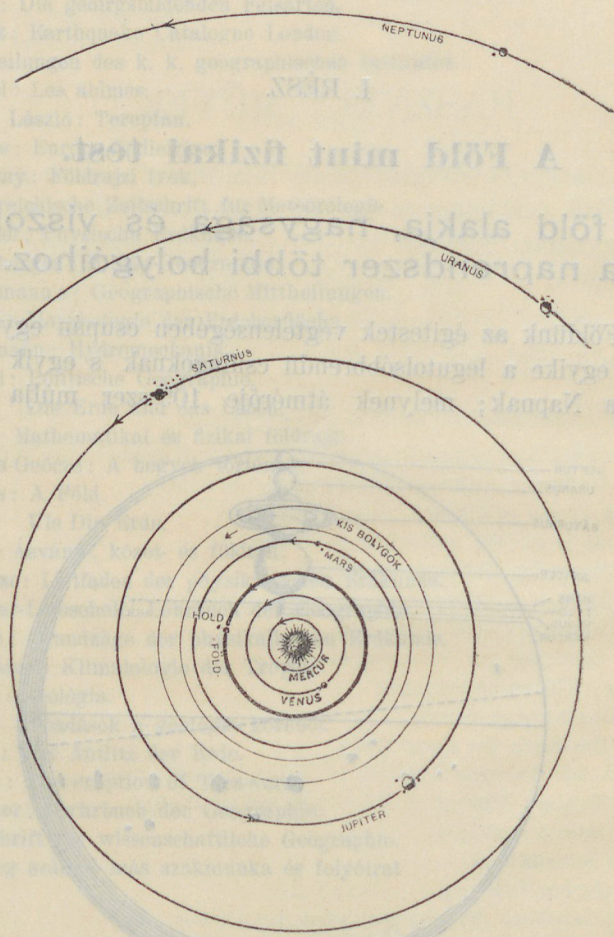


1. ábra. A nap és bolygónak összehasonlítása nagyságuk szerint.

bolygónkét; térfogata pedig 12.000-szer nagyobb a Föld térfogatánál. Mindazonáltal maga a nap is csupán egy elenyésző fényszikra azon ezer és ezer millió csillagalmaz között,

melyek a világtér éter-óceánjában úsznak s összeségükben a világegyetemet alkotják.

Bármily kicsiny azonban Földünk az előtt, ki messze-látó esővén a csillagködöket szemléli, bolygónk tanulmányo-



2. ábra. A naprendszer.

zása mégis kiaknázzhatatlan gazdag bányát tár elénk. Részeneinek csodálatos berendezésénél és változatosságánál, valamint egészének fölséges összhangzatánál fogva joggal tekintjük őt a «kozmosz», a világegyetem képviselőjének, mert őt is ugyan-

azon nagy kozmikus törvények kormányozzák, mint a többi égitesteket s így ő benne valamennyi csillagot tanulmányozzuk.

Földünk nagyságát röviden a következő számok fejezik ki:

egyenlítői átmérője	---	12.755 km.
sarki	«	12.712 «
egyenlítői terület	---	40.070 «
egész felülete	---	510.000.000 km ²

A Föld és a Vénusz átmérői úgy aránylanak egymáshoz, mint 1:0,946-hoz, a Földé és Marsé mint 1:0,829-hez, a Földé és Merkure mint 1:0,373-hoz. E három belső bolygó tehát kisebb a Földnél. A külső, vagy felső bolygóknak nevezett: Jupiter, Szaturnusz, Uranusz és Neptun azonban mindnyájan nagyobbak Földünkénél; így az Uranusz 3,9-szer, a Jupiter több mint 11-szer stb. A Föld és a Hold átmérői közötti arány 11:3. (l. 2. ábra.)

Ezen összehasonlítások, valamint a következő oldalon levő táblázat tájékoznak arról, hogy a naprendszer tagjai között tulajdonképpen Földünket minő rang illeti meg, lényegileg tehát csupán csillagászati áttekintésül szolgálnak.

Földünk alakja egészben véve sphaeroid, vagyis oly gömb, mely a két sarkán lelapult s az egyenlítőnél fel van duzzadva olyformán, hogy a sark tengely két végpontján keresztül fektetett valamennyi sík metszése ellipszis alakú.

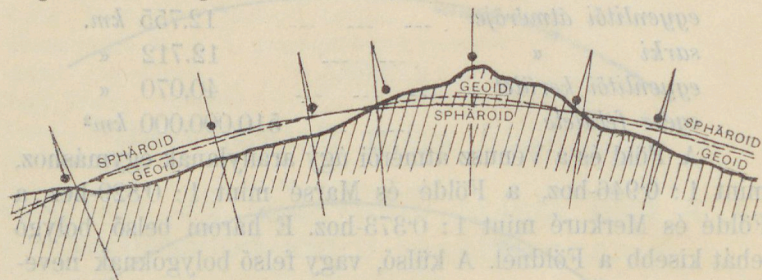
A két sarknak *lelapulása* körülbelül háromezred része a Föld sugarának, azaz valamivel több 21 kilométernél; nem teljesen bizonyos azonban, hogy mind a két sarkvidék egyforma lelapulással bír-e.

A csillagászok végezte újabb fokmérések és asztronomikus háromszögelések sajátos eltéréseket derítettek ki a Föld alakja és a sphaeroid között. Emez eltérések oka főképen a talaj geológiai természetében, a Föld bensejében levő anyagok egyenlőtlen fajsúlyában, továbbá a hatalmas heglánczolatokban rejlik.

Tény, hogy Európa vidékei közt Angliának és Olaszországnak észrevehetőleg lelapultabb felszíne van, mint a szomszédos országoknak. Ezenfelül a tenger felszíne is mindenütt változó; a földségeknek, azok felsíkjainak és hegységeinek vonzó ereje miatt pedig a tenger felszíne magasabb a nagy földségek, mint az oceáni kis szigetek partjai mellett.

A Föld görbülete tehát nem teljesen egyforma a sarkoktól egyenlő távolságra fekvő minoen vidéken; a délkörök kivétel nélkül be- és kikanyarodó szabálytalan ellipszisek s maga az egész Föld szabálytalan sphaeroid, melynek az újabb tudósok a «Geoid» nevet adták. (3. ábra.)

Ezen rendetlenül változó felületű geoid alakjának lehető pontos meghatározása még a földmérésnek jövőben megoldandó nagy feladata.



3. ábra. A Geoid.

Az égi test	Középtávolsága a Naptól, kifejezve:		Keringési ideje	A bolygók méretei a Földet véve egységül					Keringési sebesség a Nap körül másodpercenként	A tengelyén való forgás ideje
	Föld-távolságokban	kilométerekben		át-mérő	felület	köbmérték	tömeg	sűrűség		
Nap	—	mill.	—	108·45	12,000	1,280 000	328,500	0·253	—	25½ nap
Merkur	0·3871	57·5	88 nap	0·373	1/17	0·08	0·0386	0·75	47	24 ó 5 p
Vénusz	0·7233	107·5	224·7 nap	0·946	0·9	0·86	0·811	0·93	35	23 ó 21 p
Föld	1·00	148·7	365·25 nap	1·00	1·00	1·00	1·00	1·00	29	23 ó 56 p
Marsz	1·5237	226·5	1 év 321·7 nap	0·829	2/7	0·15	0·1095	0·73	24	24 ó 37 p
Planetoidák	Brucia ¹⁾	2·1567	321	—	—	—	—	—	—	—
	Hilda ²⁾	3·9541	586							
Jupiter	5·2025	777	11 év 315 nap	11·278	120	1309	313·4	0·24	13	9 ó 55 p
Szaturusz	9·5546	1421	29 év 166·8 nap	9·199	77	680	93·80	0·14	19	10 ó 30 p
Uranusz	19·2182	2858	84 év 28½ nap	3·921	15·4	60·5	14·54	0·24	7	—
Neptun	30·1115	4478	167 év 286 nap	4·955	24	116	17·11	0·14	5	—
Hold	—	148·84	365¼ nap	0·27	1/13	0·02	0·012	0·602	29	27 n. 7 ó 43¼ perc

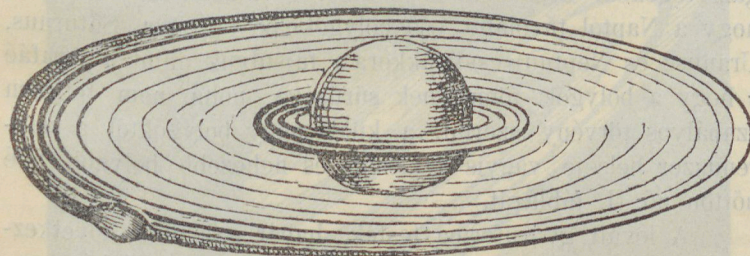
¹⁾ A Marszhoz legközelebb eső kisbolygó.

²⁾ A Marsztól legtávolabb eső kisbolygó.

2. A Föld keletkezésének története.

A Föld létrejöttéről mi bizonyosat sem tudunk. Az emberi szellem mind földgömbünknek, mind valamennyi más csillagnak képződése tekintetében még manapság is csak pusztá föltevések között tapogat s a világ keletkezését magyarázó minden elmélet csupán csak többé-kevésbé elfogadható gyanitgatás.

Legelterjedtebb az a hypothezis, melyet Kant állított fel (1755), Herschel tovább fejlesztett és La Place is elfogadott s «Exposition du système du monde» című munkájában számos adattal bebizonyítani is igyekezett.



4. ábra. A naprendszer képződésének elmélete

La Place úgy vélekedik, hogy azt a világtér, melyben a naprendszer mostanában mozog, bizonyos kozmikus gáz-nemű anyag foglalta el, mely magas hőmérsékű, és oly rendkívül gyér volt, mint a legritkítottabb gázok. Kisugárzás következtében ez anyagnak veszítenie kellett melegéből a környező világtér javára, a roppant gáztömegnek pedig lassanként sűrűdnie kellett egy középponti mag körül, melynek az volt a rendeltetése, hogy egykor a mi Napunkká legyen. Az egymás felé vonzott gázcseccskék nem csupán a sűrítő mozgásnak engedtek, hanem óriási körforgásra is ragadtattak a tömeg tengelye körül. Mind a hővesztés, mind pedig a sphaeroid alakú anyagnak ebből származó tömörödése a körforgás sebességét gyarapította. Egyidejűleg a központfutó erő is arányosan növekedett s ennek hatása alatt a gáztömeg a két sarkánál lelapult s lassanként korongszerű alakot öltött. Végre a vonzó erőt, mely a tömeg részecskéit összetartotta

s azokat a világtérbe szabadulni nem engedte, a központfútó erő ellensúlyozta s míg a gáztömeg legnagyobb része tovább sűrűdött a központi mag körül, a felduzzadt egyenlítői részről a külső öv levált és karikázó abroncs-, vagy körben forgó gyűrű-alakú külön testté képződött. (4. ábra.)

A mindösszebb zsugorodó tömegtől ugyanígy újabb-újabb gyűrűk különültek el s folytatták körforgásukat a Nap körül. A hipotézis szerint ezek a gyűrűk lettek a naprendszer későbbi *bolygói*. A legnagyobb és legkönnyebb bolygónak izzó gáztömegük csekélyebb sűrűsége miatt, a Naptól legtávolabb kellett esniök; a legkisebb és legnehezebbek pedig a Nap középpontjához közelebb estek és így sűrűbb gázrétegekből későbbben képződtek. S valóban úgy találjuk, hogy a Naptól távolabb eső bolygóknak (Jupiter, Saturnus, Uranusz és Neptun) csak akkora a fajsúlyuk, mint a parafáé s hogy a bolygók tömegének sűrűsége, noha nem teljesen szabályos törvény szerint, a külső nagy bolygóktól a naprendszer belseje, vagyis a kisebb és nehezebb bolygók felé nőttön nő. (I. táblázat.)

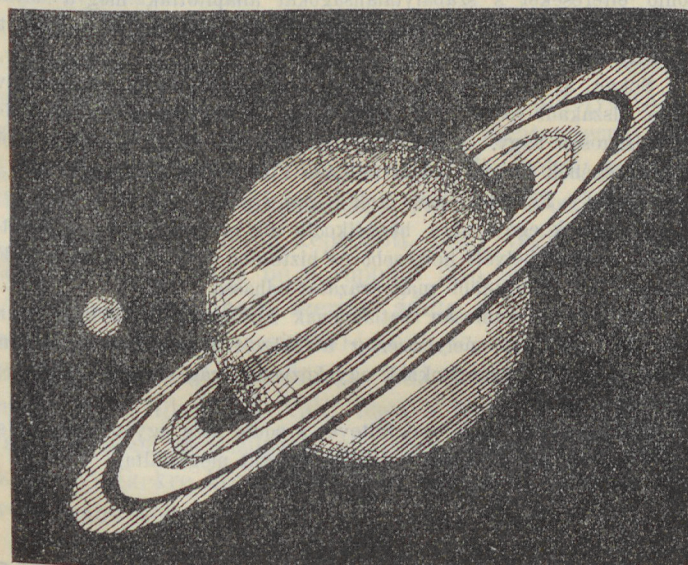
A levált gyűrűforma testek, habár a lehülés következtében egyre kisebbedtek, megmaradtak eredeti alakjukban; amint azonban valamely csillagászati zavar folytán egy-egy szeletük a többinél sűrűbbé vált, az legott folyton növekedő vonzást gyakorolt, széttépte a gáz-övet s maga köré egy testté sűrítette az egész abroncsot. Az új bolygó a forgás törvényeinek hatalma alatt épen olyan sphaeroid-féle alakot öltött, mint az az égi test, melyből származott; a részecskéit ért első lökés erejétől ugyanis kettős mozgásra tett szert és pedig: folytatta a Nap körüli keringését és megkezdte a saját tengelye körüli forgását.

A *mellékbolygók (holdak)* képződése ugyanily módon: a főbolygók gáztömegének fokozatos összehúzódásából magyarázható meg. Az ezen égi testek egyenlítői részéről levált gyűrűk hülés következtében az anyabolygóhoz hasonlóan sűrűdtek meg és váltak mindmegannyi holdakká.

Ezen elmélet helyességét bizonyítani látszik az égbolton a Szaturnusznak ma is meglevő hármas gyűrűje, mely két szélső halványabb és egy középső igen fényes övvel kering

az anyabolygó körül, emlékeztetve az ősi alakjára mindazon gömböknek, melyeket a Napnak, majd a főbolygóknak megsűrűsödése bocsátott ki egymásután a világtérbe. A hipotézis szerint egykor a Szaturnusz gyűrűi is pusztá egyenlítői kiduzzadásai voltak az anyabolygónak s valaha azok is oly gömbalakú mellékbolygókká lesznek, mint az a 8 hold, mely a Szaturnuszt már ma is kíséri. (5. ábra.)

La Place vélekedése szerint tehát hajdan az egész bolygó rendszer része lett volna a Napnak, melynek akkori



5. ábra. Szaturnusz és a föld összehasonlított nagysága.

átmérője 6500-szorta nagyobb lett volna, mint jelenleg, térfogata pedig körülbelül 860 milliárdszor múlta felül mostani térfogatát.

Valószínű, hogy Földünk is kihülése és megszilárdulása előtt magában foglalta a holdat s átmérője közel hatszorta hosszabb lehetett a Jupiter bolygó mai átmérőjénél.

La Place e hipotézisét — annak tudatában, hogy az számos megfigyelt tüneményt meg nem magyarázott, — maga is csak «kétkedve» bocsátotta közre. Tény, hogy az ő feltevései a bolygópályáknak sem elliptikus alakját, sem tengelyük elhajlását nem magyarázzák meg.

A színképi elemzés — Kirchhoff és Bunsen rendkívüli horderejű felfedezése — kimutatta, hogy a távoli fényes ködfoltok, La Place elméletének hatalmas bizonyítékai, igen ritka gáztömegekből állnak ugyan, de korántsem oly magas a hőmérsékük, mint azt a nagy tudós feltételezte.

A legújabbkori csillagászati megfigyelések pedig a bolygók egyformán «nyugatról kelet felé» irányuló és «egy és ugyanazon» egységes síkban» végbemenő keringő mozgásának is ellentmondanak s evvel ezen hypothesis főszlopaít ingatják meg. A Szaturnusz külső holdjai «keletről nyugat» felé s egy oly síkban keringenek, mely naprendszerünk többi bolygóinak és mellékbolygóinak keringési síkjára csaknem merőlegesen áll. Ugyanezt észlelték a később felfedezett Neptun egy holdjánál is s hasonló eltéréseket s szabálytalanságokat állapítottak meg a Mars és Jupiter között lebegő úgynevezett «kis bolygók» (planetoidok) számos tagjának pályasíkjában.

Sokan azt is kétségbe vonják, hogy Holdunk a Földnek levált darabja, elszakadt része volna, mert a két égitest tömeg- és súlykülönbsége túlságosan nagy. A Hold fajsúlya ugyanis alig valamivel több a Föld sűrűségének felénél; köbtartalma a Föld köbtartalmának csak $\frac{1}{50}$ -e, tömege pedig a Földének épen csak $\frac{1}{80}$ -ad része.

A tudósok egész sora buzgólkodik ma is abban, hogy a Kant-La Place-féle elmélet helyett helyesebb és biztosabb alaplól kiindulva a Föld keletkezésének valószínűbb magyarázatát adhassa.

Legújabbban számosan csatlakoznak Nordenskiöld, Lockyer, James Geikie stb. nézetéhez, mely szerint a földgolyót millió évek folyamán hulló-esillagoknak, meteoritoknak egy központi mag körül való csoportosulása hozta létre.

Mindazonáltal ez is csak feltevés s eddig még egyetlen kutató sem bizonyos abban, hogy a nagy titoknak kulcsát megtalálta.

3. A földkéreg képződése és a földmag állapota.

Bizonyára hosszú idő kellett ama roppant geológiai munka befejezésére, melynek történetét a Föld különböző rétegei beszélnek el, úgyannyira, hogy az emberiség története csak egy röpke pillanatnak tekinthető a földgömb életéhez képest.

A geológusoknak földünk nagy fejlődési szakainak tartamát számító műveletei ugyanis rengeteg évszámokat mutatnak, úgy hogy ezen korok hosszúságát csak milliónyi, vagy épen milliárdnyi századokkal kísértik meg kifejezni.

William Thomson, a nagy természettudós, a kőzetek fokozatos kihülésén tett számos megfigyelései alapján azon állítást kockáztatja, hogy a föld csak száz millió év óta lakható az emberre nézve.

Még mind e mai napig sincs azonban teljesen megoldva a kérdés, hogy: miként alakult meg Földünk kérgé, azóta, hogy bolygónk a Nap tömegétől levált önálló égitestté lett.

La Place csillagászati elméletéhez mintegy folytatásul egy másik hypothézis csatlakozik, mely a bolygók kérgének képződését magyarázza.

E szerint az egyszer gömbbé sűrűdött gáznemű gyűrű a hőkisugárzás miatt mind összebb-összebb húzódtott, részecskéinek fokozatos kihülése következtében cseppfolyóssá lett s az egész tömeg a világtérben kavargó lávatengerré változott. De ez csak átmeneti állapot volt. Tömérdek századok múltán a hővesztés következtében a tüztenger felszínén salakhoz hasonló vékony kéreg képződött, mely végül összefüggő szilárd borítékkal vonta be a roppant izzó tengert.

Mint hogy Helmholtz szerint addig is, míg a földkéreg hőmérséke 2000 fokról csak 200-ig hült le, legalább negyedfél millió századnak kellett eltelnie, — tehát óriási időköz mulva — a burok végre állandóvá vált, mert a bent levő folyékony anyag kitörései megszüntek általános tűnemények lenni s csak oly vidékekre korlátozódtak, a melyeken a száraz kéreg legvékonyabb volt.

A gőzökkel és a rendkívüli hő által gáz állapotban tartott különféle anyagokkal telt légkör lassanként megszabadult terheitől; a testek egymásután váltak ki a légnék tömegéből, aláhullottak a bolygó szilárd burkára, s végre oly hőmérséknél, mely még mindig sokkal meghaladta a 100 fokot — a mainál sokkal nagyobb rendkívüli légnyomás következtében — a vízeseppek elérték a földkéreg felszínét s e gyorsan gyarapodó víztömeg csaknem az egész szilárd kérget folyékony burokkal vonta be. De a víz egyszersmind új elemeket hordott magával a leendő kontinensek képzéséhez; a benne feloldott állapotban levő számos anyagok ugyanis különböző összeköttetésekbe léptek a vízmeder fémei és földnemeivel.

Ettől kezdve a hármas, u. m. szilárd, cseppfolyós és gáznemű borítékkal felruházott izzó bolygó az életnek színterévé válhatott. Tökéletlen növények és állatok támadtak a vizekben s a kiemelkedő száraz földrészekben s végre, amint a földszín hőmérséke 50° C.-nál alább szállott s így a fehérje folyékony állapotba jutván, a vér folyásnak indulhatott az erekben, kifejlődött az az állati és növényi élet, melynek maradványaival az ős üledéki rétegekben találkozunk.

A zürzavar korát azéleti harmónia kora váltá fel.

Ez az általánosan elfogadott, noha pusztán hypothetikus elmélete a Föld fejlődésének, mely azonban még koránt sincsen befejezve, hanem még napjainkban is szemünk látára folyton tovább alakul és módosul.

Régibb geologusok — a mult század első felében — földünk fejlődésének menetét rohamosnak, forradalomszerűnek tartották (revolutio) s azt állították, hogy a fejlődés egyes szakait oly katasztrófák idézték elő, melyek minden létezőt felforgattak, hogy ismét egész új alakulásokat s egész új teremtményeket hozzanak létre. Ezen elmélet követői (katasztrófsták) vélekedése szerint az ősrégi időkben sokkal hatalmasabb erők működtek, mint ma és ezek a földfelület alakját rohamosan változtatták meg, úgy hogy minden régebbi időszak elpusztítása után az új időszak egészen új növényeket és szerves lényeket tartalmazott.

Ezen régebbi hypothézissel szemben Hoff német és Lyell angol tudós újabb elméletet állítottak fel, mely a Föld fejlődését lassúnak, békésnek és oly módon végbemenőnek hirdeti, a mint az emberemlékezet óta azon erők hatása alatt történik, a melyek még most is működnek, azaz: «a Föld életének úttere ősidőkben is körülbelül ugyanazon útemben lüktetett, mint manapság» s katasztrófák csak ritkán zavarták meg a fejlődés rendes menetét (evolutio).

A földfejlődés lassú menetének elméletét a tudományos világ általánosan elfogadta s Cotta — e hypothézisnek vezérembere — a Föld történetét 7 időszakra (stadium) osztotta be, a melyekben hatalmas főerőtényezők érvényesítették állandó hatásukat. Az egyes időszakok között azonban éles határokat vonni nem lehet.

E hét időszak a következő:

1. A nehézségi erő (gravitáció) hatásai:

Az egész földtömeg gáznemű állapotban volt, belsejében pedig az elképzelhető legnagyobb hő uralkodott.

Ez időszakban egyedül működő erő a nehézségi erő volt.

2. A hő kisugárzásának hatásai:

Kisugárzás következtében a hő fokának csökkenése a gáznemű anyagok egy részének halmazállapotát megváltoztatta s így keletkezett az izzó és folyékony «földmag».

3. A vegyrokonság, jegecesedés (krystallizáció) hatásai:

A további kihülés következtében a lágy és izzó földtömeg feltületén ásványi anyagból álló szilárd földkéreg támadt (ösközet, Urgestein), mely azonban a Nap és a Hold vonzó erejének módosító hatása miatt nem képződhetett egyenletesen. A fejlődés eme szakában az egyensúlyzavarok a még zsenge kérgen szakadékokat és réseket törtek, melyeken az izzó belső anyag kitolult s az első *kitörési* (eruptionális) kőzeteket alkotta. Ezzel megkezdődött a harc a Föld izzó belseje és annak kihült kérge között.

4. A víz hatásai:

A kihülés további folyamatában a Földet körülövező forró és sűrű gőzök tömeges lecsapódása által a földkéreg mélyebb részeiben a vízburok — világtenger — képződött és egyszersmind megkezdődött a víz vegyi és mechanikai munkája is, a mennyiben a víz az előbb felszínre jutott kőzeteket feloldotta, vagy mosta, horzsolta, tovaszállította és lerakta s így az *üledései* (szediment) kőzeteket képezte. Szerves lények még teljesen hiányoznak.

5. A szerves élet hatásai:

A Föld melegének a Föld felületén való további csökkenése a szerves lények megjelenését mozdította elő; hogy azonban miként fejlődhetett a szeretlen anyagból az első szerves lény, az még ma is megoldatlan talány. Az élő lények tökéletesbülése a földfejlődés folyamatával lépést tartott.

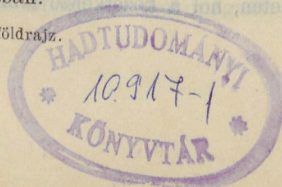
6. A jég hatásai:

A föld melegének fokozatos csökkenésével a napsugárzás hőfokának különfélesége is mindinkább érvényesült, lassanként égalji különbözetek (övek) keletkeztek, az eddig ismeretlen alacsony hőfok — a hideg — mindinkább kifejlődött s ezzel együtt a sarkok felé jég keletkezett.

7. A szellemi tevékenység hatásai:

A földfejlődés emez utolsó szakában a folyton tökéletesbülő szerves lények idegrendszerük fejlettségével és szellemi tevékenységük gyarapodásával a tökély legmagasabb fokát érik el; a Földön a szerves lények koronája, az ember jelenik meg, ki az őt kitüntető szellemi képességei szárnyán épp úgy emelkedik az állatvilág fölé, a mint ez került a növények szerves egyeteme fölé.

Világos, hogy azon idő, mely alatt Földünk e modern elmélet szerinti fejlődéséhez eljutott, oly mérhetetlen hosszú, hogy a mi emberileg véges képzeletünk ezen időszakok hosszának megítélésére teljes képtelen, de még az idő megállapításához szükséges helyes mértéknek sem vagyunk birtokában.



A földkéreg mai vastagságára és a földmag állapotára nézve, vajjon az gáznemű, cseppfolyós, vagy szilárd-e, megbízható támpontunk nincsen.

A földfúrásokból csupán arra következtethetünk, hogy a hőség a Föld középpontjának irányában folytonosan nő. Ugyanezt bizonyítják a bányákban, alagútfúrásoknál stb. észlelt hőmérsékek, továbbá a meleg források, forró kigőzöl-gések és a vulkanikus tünemények egész sorozata. A föld-testnek tehát igen tetemes saját melege van.

A földmag összetételét azonban közvetlen megfigyel-nünk lehetetlen; a legmélyebb fúrások is csak két kilomé-ternyire hatoltak alá, a mi a Föld sugarának alig valamivel több, mint 3200-ad része.

Az eddig vájt bányák között a legmélyebb ez idő szerint a prí-brami (Csehország) 1070 m.

A Föld legnagyobb alagútjának (Szt-Gotthard) közepe (7460 m.-re a két bejáratától) 1700 m. mélyre van a fölötte levő hegytömb felszínétől.

A legmélyebb furt lyukak jelenleg: a paruschowitz-i Rybnik mel-lett (Porosz-Sziléziában) 2002 m. és a schladebachi, Merseburgtól dél-keletre, 1748 m.

A megfigyelések szerint a melegség lefelé körülbelül minden 35—40 m.-nyire 1° C-sal gyarapodik. Ez főképen attól is függ, hogy az illető kőzet, melyben a megfigyelés törté-nik, jó hővezető-e (fémek, kő) vagy kevésbé jó (szén, föld-es anyagok, gipsz).

Minő következtetéseket lehet ebből a Föld benső hőmérsékére von-nunk? Ha a hőfok említett gyarapodása tovább terjed, a min kételkedni nines okunk, akkor 67.000 m. mélységben elértük a legnehezebben olvadó lánának olvadó pontját a 2000° C-t. Itt tehát véget érne ez aránylag csekély vastagságú földkéreg — 67 km. — a föld sugarának $\frac{1}{95}$ -e — és előttünk fekédné az izzó, folyó földmag. Ha már most feltételezzük, hogy a hőség befelé még tovább növekszik, akkor 8000° C.-nál minden testnek, bármily nagy nyomással nehezedjék is a földkéreg a földmagra, gáznemű állapotban kellene lennie.

A földmag gáznemű voltának azonban igen sok körülmény mond ellen, melyek közül mint legfontosabb, kiemelendő, hogy a föld sűrűsége 5-6, vagyis földünk körülbelül $5\frac{1}{2}$ -szer nehezebb, mint a víz. Minthogy pedig a 2000 m. mélységig ismeretes kéreg sűrűsége csak 2-5, szükségképen következik, hogy a Föld bensejében sokkal sűrűbb anyagoknak kell lenniük, mint annak felületén, hol a kőzetképző tömegek nagy több-

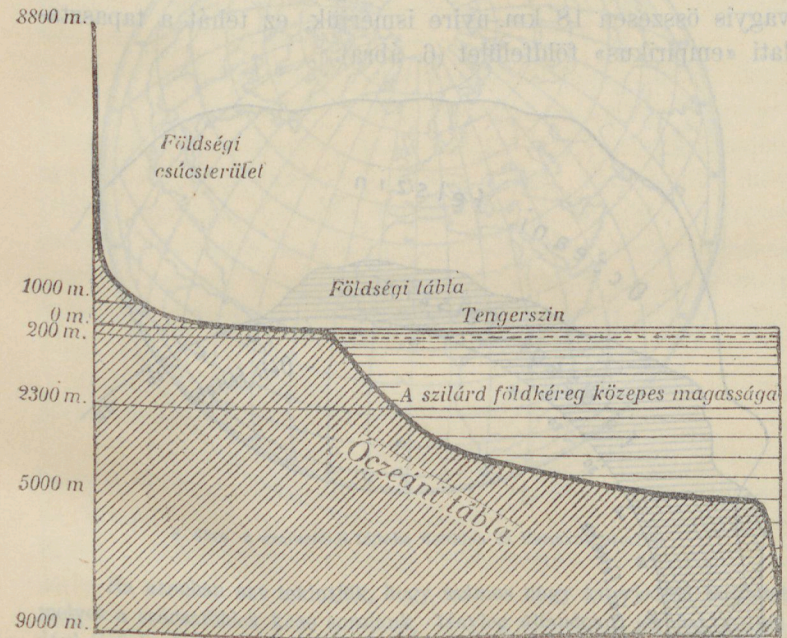
sége alig fél annyira oly sűrű, mint a Föld és csak egyesek, mint pl. a mágnesvaskő (4-5) közelíti meg ennek fajsúlyát.

Így tehát semminő számítás sem volt eddig képes minden két-séget kizárólag kideríteni, vajjon földünk belseje szilárd, híg, vagy gáznemű-e.

4. A Föld felülete.

A száraz és víz közötti arány.

A Földgömb felszínének vizsgálásánál legelsőbben is az a tény ötlük az észlelő szemébe, hogy a felület egyes részeit még nem ismerjük, továbbá, hogy az oceán és a szárazföld nem egyenlő kiterjedésű.



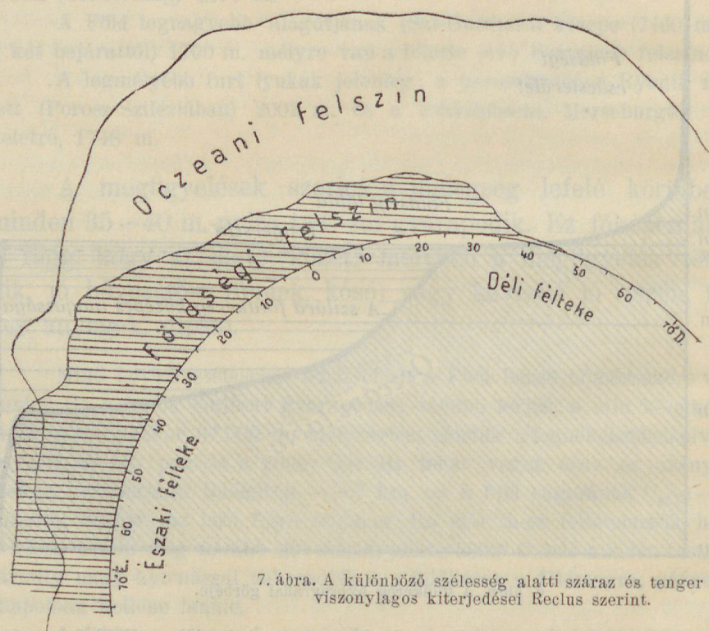
6. ábra. A földkéreg hypsografiai görbéje.

Ha mindazon anyagok, melyekből bolygónk áll, a Föld fokozatos kihűlése és megsűrűsödése folyamán fajsúlyuk szerint helyezkedtek volna el, akkor jelenleg a száraz kéregt mindenütt víz borítaná, épúgy, mint a hogy ma egységes légkör övezi körül mind a szárazt, mind a tengert.

De a földburok nem fejlődött ki egyenletesen. A forró belső óriás ereje egyes szilárd részeket magasra emelt ki, sőt hatalmas hegy-

ségekké torlaszolt fel, a víz pedig — a nehézségerő folytán — az öblözeteket, mélyedéseket, homorulatokat foglalta el és Földünk változatos külsőt nyert. Azóta azonban rengeteg idő múlt el s Földünk jelenlegi barázdákkal borított arculatá alig emlékeztet az ő gyermekkorára. A belső átváltoztató erők működéséhez az első pillanattól kezdve külső erők csatlakoztak, melyek egyfelől pusztítva, másfelől építve, szakadatlan munkásságot fejtettek ki. A tenger hullámverése marta a partokat, a folyóvizek mosták, horzsolták, koptatták s tovaszállították még a legellenállóbb kőzeteket is, s hozzájuk csatlakozott még a szél szállító ereje is. Így alakult lassanként Földünk mostani arculata, melynek vonásait — mérés, számítás és ábrázolás által — lehető pontosan megállapítani igyekezünk.

Földünk szilárd kérgének változatos felületét ma a tengerszintől fel és lefelé számítva, egyenként kerekén 9—9, vagyis összesen 18 km.-nyire ismerjük, ez tehát a tapasztalati «empirikus» földfelület (6. ábra).

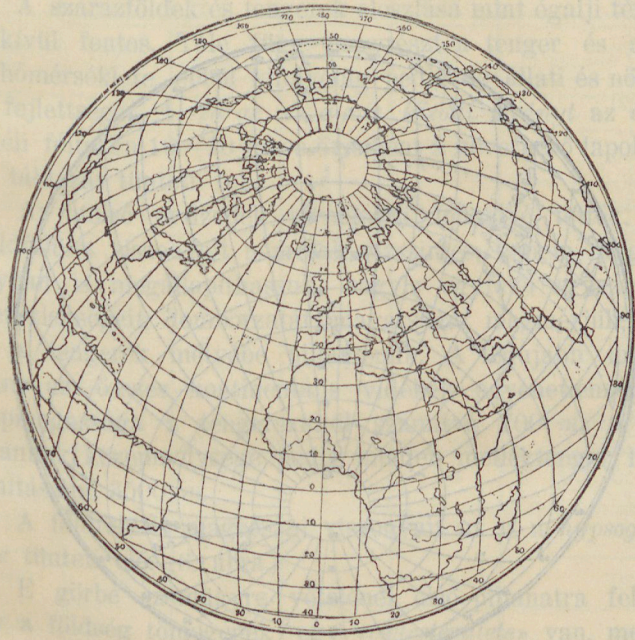


7. ábra. A különböző szélesség alatti száraz és tenger viszonylagos kiterjedései Reclus szerint.

Ismeretünk azonban nem terjed ki bolygónk egész területére, mert a két sarkvidék, ugyanis az északi körülbelül 5 millió, a déli pedig mintegy 16 millió km² kiterjedésben még felderítve nincsen.

Az egész többé-kevésbé ismert Föld tehát 489 millió km², vagyis az egész felületnek 96 százaléka, kikutatandó pedig még kerekén 20 millió km², vagyis Európa területének kétszerese.

A legújabb mérések szerint az összes szárazföldek kiterjedése 144,5 millió, a tengereké pedig 365,5 millió km²-t tesz ki, tehát a száraz és tenger úgy aránylik egymáshoz, mint 2 : 5-höz, vagy pontosabban a Földünk felületének 28,3%-a száraz, 71,7%-a pedig tenger.



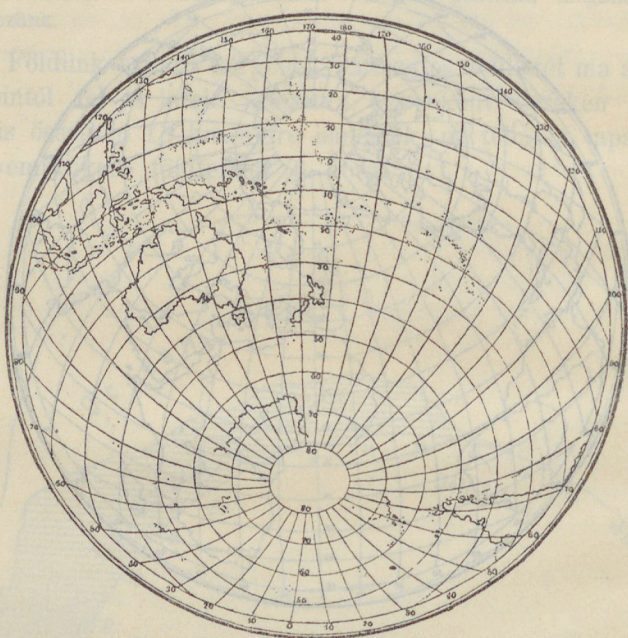
8. ábra. A szárazföldi félteke Beithien és Hermann szerint.

Ha azonban azt tekintjük, hogy számos nagy kiterjedésű területet, melyet a szárazföldek közé sorolunk, tényleg állandóan jég fed, — például Grönlandot, vagy a magas hegységek hatalmas hómezőit, amelyek tehát tulajdonképen fagyott víz alatt állnak — továbbá ha a folyóvizek táplálta területeket (tavak, folyók, mocsarak, lápok) a vízmennyiséghez hozzáadjuk, akkor bizvást állíthatjuk, hogy a földfelület háromnegyed részét víz borítja.

A 7. ábra némi fogalmat nyújt a szárazok és tengerek eloszlásáról az északi és déli szélesség 75. fokai között. Látható ebből, hogy a vizek túlnyomóan a déli féltekén

vannak összehalmozódva, míg a szárazföldek tömegei az északi féltekén csoportosultak.

A Föld két fele között levő ezen különbözőség még sokkalta inkább szemünkbe ötlök, ha a helyett, hogy a két sarkot vennők a két félteke középpontjaiul, oly két pontot választunk ki, hogy az egyik a legnagyobb kiterjedésű tengeri területnek, a másik pedig a szárazok csoportjának középtájára essék. Ez esetben egy délnyugati (óceáni) és egy



9. ábra. Az óceáni félteke Beithien és Hermann szerint.

északkeleti (szárazföldi) féltekét kapunk (8., 9. ábra). A kontinensek $\frac{7}{8}$ -a, tehát csaknem egész felszíne közbezárva az Atlanti tenger két medenczéjét, mint beltengert, az északkeleti féltekére fog esni, a Franciaország atlanti partszegélyéhez közel fekvő le Croisie-val, mint középponttal.

A földfelszín másik felét, melynek közepe Uj-Zéland környékére esik, csaknem teljesen a vizek rengetege foglalja el; a tengerek ott tizennyégyszerte nagyobb kiterjedésűek,

mint a szárazföldek felszíne. Csupán a problematikus délsarki földek, továbbá Ausztrália, Patagónia és a szomszédos szigetesoportok szakítják meg ennek az óceáni féltekének az egyhangúságát.

Ha az ismeretlen sarkvidékeket az összehasonlításba bele nem foglaljuk, akkor a száraz és víz közötti arány az óceáni féltekén 1 : 14:4-hez, az északkeleti féltekén pedig 12 : 13-hoz, tehát a tenger még ezen utóbbi féltekén is túlsúlyban marad.

A szárazföldek és tengerek eloszlása mint égalji tényező rendkívül fontos. Tőle függ nagyrészt a tenger és a légkör hőmérséklete, ebből kifolyólag pedig az állati és növényi élet fejlettsége. A száraz és a víz közötti arányt az északi és déli féltekén 10—10 fokos övenként a következő lapoldalon lévő táblázat tünteti fel.

Az utolsó évtizedek vívmányai lehetővé tették, hogy a földfelület viszonyait nemcsak vízszintes, hanem függélyes irányban is megállapíthassuk, vagyis egyfelől a szárazföld egyenetlenségeit, domborzatát, magasságát megmérjük, másfelől a tengerek mélyébe pillantsunk. A legújabb mérések szerint az összes kontinentális vidékek egyenetlenségeinek középmagassága a tengerszintől számítva 700 m., a világ-óceánnak középnyúltsága pedig minden melléktenger hozzászámításával 3500 m.

A földfelület magassági viszonyait az u. n. *hypsografiai görbe* tünteti elő. (6. ábra.)

E görbe szemügyre vételénél első pillanatra feltűnik, hogy a földtség tömegének egy *«csúcsterülete»* van, melyhez az összes 1000 m.-en felül emelkedő vidékeket számítjuk. Ehhez csatlakozik az aránylag szelíd esésű *«földségi tábla»*, mely a tenger színe alatt, mintegy magába foglalva még az ugynevezett sekély tengert is, körülbelül 200 m. mélységig folytatódik. Ezután ismét meredek lejtő jön, mely 2500—3000 m.-re a tengerszín alatt az úgynevezet *«óceáni tábla»* menedékes mederfenekébe megy át; 5000 m.-en alul végre tetemes süppedés vezet a mélybe, a földburok leghatalmasabb horpadásai.

Ha Földünk kergét úgy akarnók kiegyengetni, hogy teljesen sík felületű legyen, akkor 2300 m.-re a tenger

Öv	Föld-feltület Bessel szerint	Szárz-föld	Víz	Százalék	
				szárz	víz
millió km ² -ben					
80—90° Észak	3·9	1·0	2·9	25·0	75·0
70—80	11·6	3·3	8·3	28·8	71·2
60—70	18·9	13·5	5·1	71·1	28·6
50—60	25·6	14·6	11·0	56·9	73·1
40—50	31·5	16·5	15·0	52·3	77·7
30—40	36·4	15·6	20·8	42·8	57·2
20—30	40·2	15·1	25·1	37·6	62·4
10—20	42·8	11·2	31·5	26·3	73·7
0—10° Észak	44·1	10·0	34·0	28·8	77·2
Északi félteke	255·0	100·9	154·1	39·6	60·4
0—10° Dél	44·1	10·4	33·7	23·6	76·4
10—20	42·8	9·4	33·3	22·1	77·9
20—30	40·2	9·3	30·9	23·1	76·9
30—40	36·4	4·2	32·2	11·4	88·6
40—50	31·5	1·0	30·5	3·2	96·8
50—60	26·6	0·2	25·4	0·8	99·2
60—70	18·9	1·0	17·9	5·0	95·0
70—80	11·6	8·0	7·5	50·0	50·0
80—90° Dél	3·9				
Déli félteke	255·0	43·5	211·4	17·1	82·9

színe alatt találnók meg azon vonalat, melyen felül minden szárazföldet le kellene hordanunk s a tengerbe vetnünk.

Legujabban földfelületünknek nagyobbreszt igen megbízható mérések alapján nyert s a tenger színétől számítva egyenlő magasságra és egyenlő mélységre eső pontjait összekötötték és az így nyert egyenlő magasságú (isohyps) és egyenlő mélységű (isobath) vonalakat térképekbe foglalták össze, melyek alapján igen tanulságos bepillantást vehetünk a földkéreg felépítésének részleteibe. Az alábbi táblázat szerint a földségre, illetve tengerekre esik:

A földségre esik a tenger színe felett	Millió km ²	%	A tengerekre esik	Millió km ²	%
3000 m-en felül	5·1	1·0	— 0—200 m között	30·6	6·0
+ 2000—3000 m között	5·1	1·0	— 200—1000 " "	16·3	3·2
+ 1000—2000 " "	20·4	4·0	— 1000—2000 " "	20·4	4·0
+ 500—1000 " "	27·0	5·3	— 2000—3000 " "	33·1	6·5
+ 200—500 " "	35·7	7·0	— 3000—4000 " "	66·3	13·0
+ 0—200 " "	50·6	10·0	— 4000—5000 " "	183·6	36·0
0-on alul	0·5		— 5000—6000 " "	10·7	2·1
Szárazföld	144·5	28·3	— 6000 m-en alul	4·6	0·9
			Tenger	365·5	71·7

II. RÉSZ.

A szárazföldekről.

5. A földségek beosztása és kiterjedése.

A szárazföldeket fölfedezésük és megismerésük története szerint két csoportra szokás osztani, u. m. *ó-világra*, amelyhez tartozik Európa, Ázsia, vagy együttesen összetartozóságuk következtében újabb tudományos elnevezés szerint Eurázsia és Afrika és *új-világra*, amely Amerikát és Ausztráliát foglalja magában.

A földségek csoportosíthatók páronként is, amely esetben azokból három, egymáshoz többé-kevésbé hasonló földrész-pár telik ki. Az első párt a két Amerika, a második párt Európa, Afrikával, a harmadikat pedig Ázsia és Ausztrália alkotják.

Ha az egyes földségek szomszédos szigeteit, az illető kontinensek hozzátartozó részeinek vesszük, a nagyrészt ismeretlen sarkvidékeket ellenben figyelmen kívül hagyjuk, az apró óceánközépi szigeteket pedig kicsinyiségük miatt nem számítjuk, akkor a földrészeket kiterjedésük és domborzatuk középmagassága szerint így csoportosíthatjuk:

F ö l d s é g	Területnagyság millió km^2	Középmagasság m
Óvilág	93	720
Újvilág	42	680
v a g y i s		
Európa	10	300
Ázsia	44·2	950

F ö l d s é g	Területnagyság millió km^2	Középmagasság m
Eurázsia	54·2	800
Afrika	29·8	650
Észak-Amerika	24·1	700
Dél-Amerika	17·8	600
Ausztrália	8·9	400

6. A földkéreg belső alakulása, kőzetképződés.

A kőzetek részben tömör, részben laza összetételű ásványi alkatrészekből álló szervesetlen szilárd testek, a melyek elterjedtségük és óriás tömegük következtében földünk építményének főanyagát teszik.

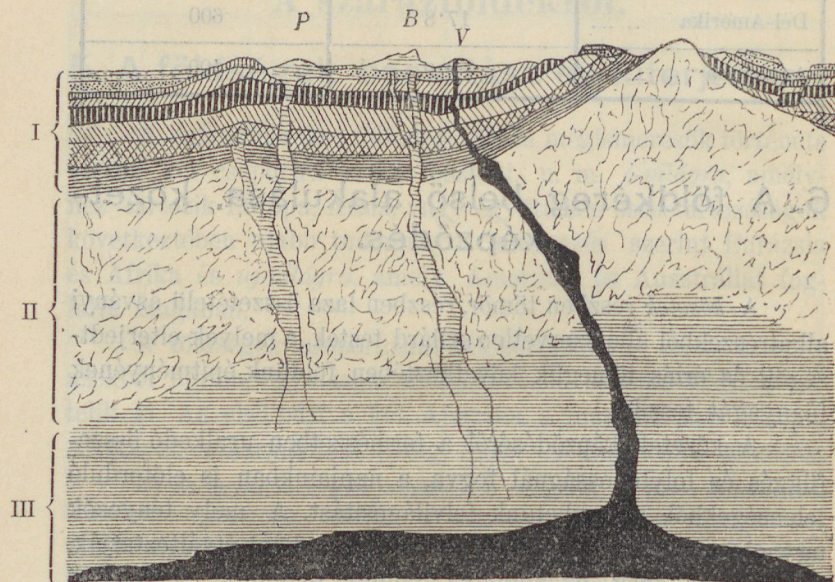
A kőzetek képződéséről a természetben uralkodó összefüggés és folytonosságnál fogva, a napjainkban is előforduló jelenségekből szerezhetünk felvilágosítást. A mely tényezők ugyanis ma szemünk előtt a felszínt lassanként átváltoztatják, kétségkívül azok okozták az elmúlt évmilliók nagyszerű átalakulásait is, akár folyó vagy tenger, eső vagy zápor, lavina vagy jégár, szél vagy orkán, földrengés vagy vulkán szerepelt mint építő erő.

Mi történik ma?

A működő vulkánok *izzófolyó tömegeket* vetnek ki, melyek évek mulva lassanként kihűlnek és megmerednek; a víz áramlása és a szél ereje *mechanikai uton* porszemeket, vulkanikus hamut, iszapot, homokrétegeket és görgelékköveket hord össze, melyek később összetömörülnek; a vízben *vegyileg oldott anyagok*, — só, mész, kovasav — leülepednek és egygyé válnak; végül a tengerek mélyében a kőzetépítésben *szerves lények* is vesznek részt. Például a korallsziklák, mint élő állatok építménye, vagy a tőzegtalaj, elhalt növényi organizmusok összegyülemése. Ugyanezen könnyen áttekinthető és nagyrészt jelentéktelennek látszó tényezők alkották a kőzeteket a föld történetének hajdani korszaká-

ban is. Csakhogy e képződményekre, minél öregebbek voltak, annál hosszabb időn át hatott az izzófolyó földbelső, vagy egyes szomszédos alakulások tetemes melege, s annál jobban érvényesült a fölöttük rakódó rétegek és a tengervíz óriás nyomásának vegyi vagy mechanikai átalakító ereje.

Pl. A kőszén és a tőzeg összetételükre nézve — mint elsüllyedt erdők, fatörzsek, gyökerek, magvak, mohafélék és növények halmazai egy eredetűek, tömörségük azonban a reájuk nehezedő nyomáshoz képest rendkívül különböző. Ugyancsak a nyomás hatása alatt számos homokkő később kvarcshizklává, a lágy kréta és mész pedig csillogó szemcsés és eres márvánnyá alakult át.



10. ábra. A földkéreg ideális metszete. A föld átmérője a rajzban = 12·75 m. P = porfir, B = bazalt, V = vulkán. I = különböző korszakbeli üledékesi kőzetek, II = őskőzet, III = a szilárd kőzet és a Föld izzó belsejének határa + 2000° C. hőmérséknel.

A kőzeteket az elmondottak után, keletkezésük módját vizsgálván, a szerint amint eredetüket a Föld belsejéből vették, vagy külső lerakodmányok felhalmozódásából támadtak, két nagy csoportra oszthatjuk u. m. *kitörési vagy eruptív* és *üledékesi vagy szedimentáris kőzetekre*. (10. ábra.)

1. A *kitörési kőzetek* pl. gránit, porphyr, trachyt, bazalt, valamely összekötő anyag által egymáshoz forrasztott jegecsekből állanak. E kőzeteket a földalatti erő részint a földkéreg belsejének réseibe, nyílásaiba, szakadékaiba tolta be, hol azok megmerevedve, a felszín alatt hosszú, keskeny

ereket vagy tömböket alkottak, részint a szerfelett erős nyomás folytán teljesen átszakították a fölöttük elterülő talajt és azután tetőzetesen vagy boltozatosan a kitörés pontja körül minden irányban szétömlöttek. Ugyanezen jelenséget látjuk ma is a működő vulkánok lávaanyagának kitolulásánál.

Egységes tömör szerkezetüknél fogva e kőzeteket «*tömegkőzeteknek*» is szokás nevezni.

2. Az *üledékesi kőzetek* egészen másképen képződtek. Ezeket a mozgó víz, vagy a mozgó lég távoli vidékekről összehordott anyagból rétegenként rakta le a föld külső kérgére, miért is őket «*réteges kőzetek*»-nek is hívjuk. Ilyenek pl. a földpát, kőszén, pala, homokkő, mész, márga, agyag, stb. A magas hőfok, nagy nyomás és vegytani hatások együttes befolyásának tulajdonítható, hogy a «legalul fekvő rétegek» az évszázadok milliói folyamán lényeges belső változásokon mentek keresztül (metamorph kőzetek), a mennyiben ma már mindnyájan többé-kevésbé kijegeczesedtek, rétegük sok helyt teljesen elmosódott, a víznek eredetileg puha üledékei szedimentáris jellegüket egészen elvesztették s az előbbi porlékony homok, agyag és pala-rétegek kemény fénylő kristályos sziklakká változtak át. Ezen legrégebbi üledékesi metamorph kőzeteket — minő a gneisz (földpát- és kvarc-vegyülék), a kristályos és csillámpalák, — az ősránittal egyetemben, mely az erupzionális kőzetek közül fekszik legalul, mintegy a Föld kérgének alapján, «*őskőzeteknek*» nevezzük.

A legtöbb réteges kőzet különben laza törmelékanyagokból, úgymint homokból, görgetegekből, laposra csiszolt hordalékokból mechanikai úton képződött, melyeket azután valami kötőanyag — mész, agyag, kova — összetapasztott. A durvaszemű törmelékekből alakult ilyenmő kőzeteket «*konglomerátok*» néven ismerjük.

A szedimentáris kőzetek közé sorolnak még a szerves növényi vagy állati anyagokból képződött rétegek is, például a graphit, kőszén és barnaszén, kagyló-, korall-, nummulit-, kréta-mész, stb.

A szediment kőzeteket létrehozó hatalmas lerakódásokból következtethetünk arra, mily rendkívüli mértékben működtek a megszilárdult és felföldekké, sőt hegységekké feltölt szárazföldeken az elmállasztó, koptató, lefordó és kimosó erők az egyes fejlődési időszakokban, hogy az üledésekhez szükséges óriási anyagmázt szolgáltatassák.

7. A kőzetek fekvése.

Az imént tárgyalt tényezők természetéből azt kellene következtetnünk, hogy a földkéreg azon része, mely lerakódás, «iszapolás» útján származott, vízszintesen egymáson fekvő rétegekből áll, míg ellenben a kitörési kőzetek mint tömör, rétegmentes hegytömegek fordulnak elő. Azonban e szerkezet csak ritka helyen lelhető így fel a valóságban is, mert a rétegek vízszintesége idővel a bekövetkezett belső források miatt nagy változásokat szenvedett; a feltoluló tűztömegek ugyanis a rétegeket sok helyen felemelték, félre hajlították, átszakították, sőt többször egészen átvetették, hanyatt buktatták.

A kőzettömegek fekvésének tanulmányozása a földleíró számára igen fontos, mert a földfelület külső alakulásai csak így hozhatók összefüggésbe és állíthatók párhuzamba a kéreg belső felépítésével.

Ott, hol a rétegek fekvését valamely későbbi erőszak nem változtatta meg, a rétegek egészben vége vízszintesek és a fiatalabb képződmény mindég az idősebb fölött nyugszik; a hol ellenben a rétegeket valamely tektonikus folyamat — pl. sülyedés, fejhajlítás, gyürődés — kimozdította, ott a rétegek fekvése nem vízszintes, s ezen esetekről azt mondjuk, hogy helyzetükben «vetődés» (diszlokáció) történt.

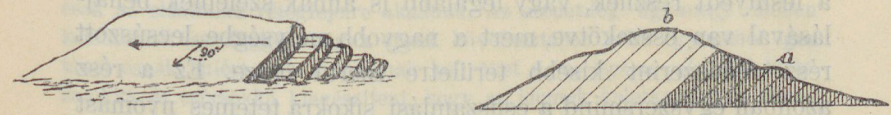
Tekintet nélkül arra, vajjon a rétegek vízszintesek, vagy eltolódtak-e, a rétegeket, ha egymással párhuzamosak, «azonos (konkord) fekvésűeknek» (11. és 12. ábra), ha pedig csapásirányuk egy más rétegsorral szöget alkot, vagy annak rétegfejei fölé nyomul, «különneműeknek» (diszkord) nevezzük. (13. és 14. ábra.)

Ez utóbbi esetben a csekélyebb esésű és a másikat betetőző réteget vesszük fiatalabbnak, mert ez csak azután rakódhatott le, miután az idősebb fekvésében megzavartatott.

A vetődéseknek (diszlokációk) két főalakja van, u. m. 1. a törés, 2. a gyürődés.

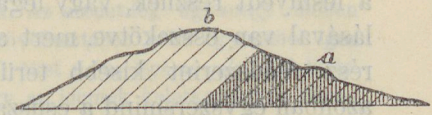
1. Ha a földkéregben repedés támad, akkor az egymástól elválasztott rétegek egyik oldala nem ritkán csúszásnak indul, úgy hogy az eredetileg összefüggő tömegek külön-

böző felszínbe jutnak és a helyén maradt oldal rétegfejei a csuszamlás vonalának mentén láthatókká lesznek. A 15. ábra *b* oldala lecsúszott, míg a 16. ábra *b* szárnya feltolódott.

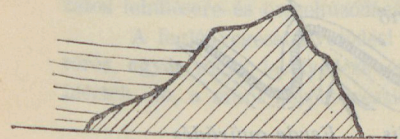


11. ábra.

Azonos fekvésű rétegek.

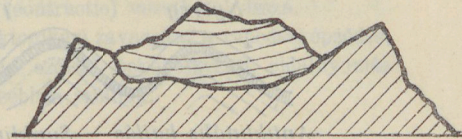


12. ábra.

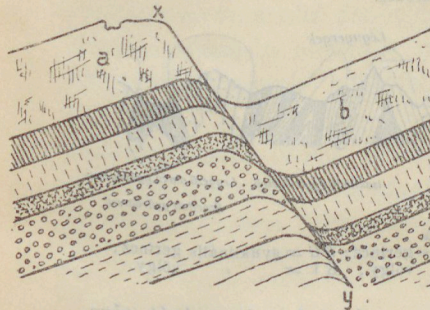


13. ábra.

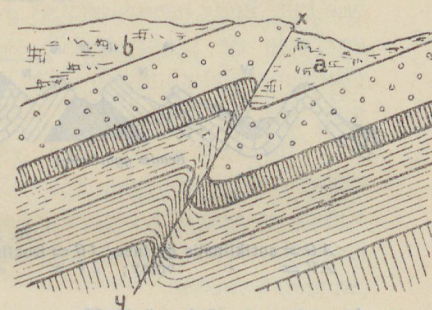
Különnemű fekvésű rétegek.



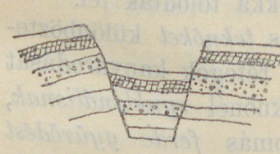
14. ábra.



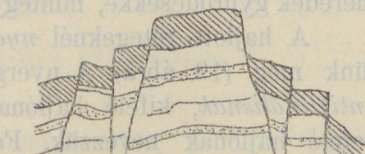
15. ábra. Lecsúszás.

x y = csuszamlási sík, *a* = fekvő szárny, *b* = eltoló szárny.

16. ábra. Feltolódás.



17. ábra. Horpadás.



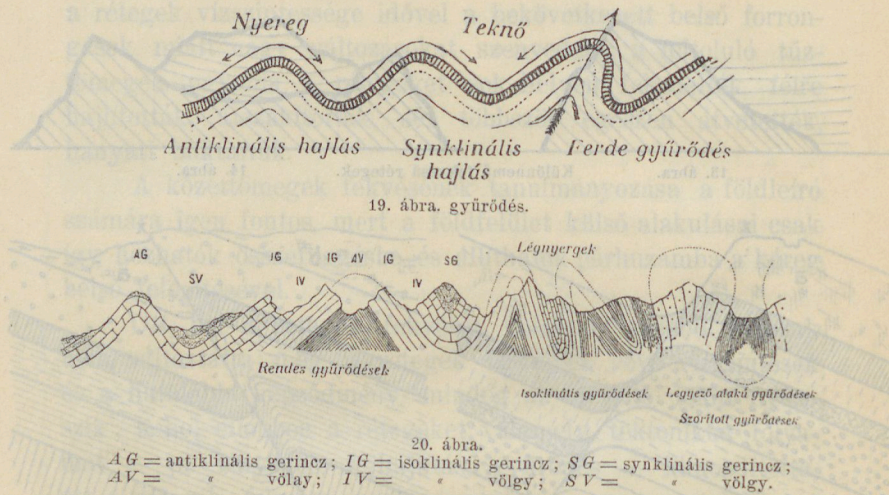
18. ábra. Lépcsőzetes süppedés.

Két csuszamló sík között néhol egy egész földdarab behorpad (17. ábra), egy megmaradt oszlop szomszédságában pedig többször lépcsőzetes süppedések keletkeznek (18. ábra).

Az ilyen eltolódások természetes következménye, hogy nem ritkán egészen különböző kőzet- és tömegkőzetek szorosan egymás mellé kerülnek, mintha csak egyidőben kép-

zódtek volna. A törési vonalak közötti földdarabokat *rögöknek*, az egyes rögökből alakult vidéket *rögös vidéknek* nevezzük.

2. A földkéreg egyes darabjainak eltolódása legtöbbször a lesülyedt résznek, vagy legalább is annak széleinek behajlásával van összekötve, mert a nagyobb mélységbe lecsúszott rész rendszerint kisebb területre szorul össze. Ez a rész azonban egyszersmind a csuszamlási síkokra tetemes nyomást gyakorol, mely oldalvást tovább terjedve, a helyükben maradt



rétegeket is felgyüri. Ha nagy hegységeink rétegzését vizsgáljuk, tényleg azt tapasztaljuk, hogy a rétegek szűk helyen meredek gyűrődésekké, mintegy ránczokká tolódtak fel.

A hajlott rétegeknél *nyergeket* és *teknőket* különböztetünk meg (19. ábra). A nyergeknél a rétegek kanyarodását *antiklinálisnak*, kifelé hajlónak, a teknőnél *synklinálisnak*, befelé hajlónak nevezzük. Ferde nyomás *ferde gyűrődést* (19. ábra) eredményez. Néhol, erősen összenyomott gyűrődéseknél, mind a nyereg, mind a teknőhajlásnál az oldalak egymással igen éles szög alatt találkoznak, majdnem párhuzamosak, amit *isoklinális fekvésnek* mondunk; másutt ellenben, még erősebb összeszorításnál, fönt vagy lent — a szerint, hogy hol kisebb a nyomás — a rétegek egymástól legyezőalakulag széthúzódnak, amit *legyezőalakú gyűrődéseknek* hívunk (20. ábra).

Régen keletkezett hegyrendszerekben majdnem kivétel nélkül igen erősen gyűrött területeket találunk, melyeken, különösen pedig a nyeretarajokon és gerincezen az elmállás, lehordás és kimosás (lásd 10. fejezet) már igen tetemes munkát végzett, úgy hogy ott a tető helyett csak az oldalfalak rétegefeire akadunk. Az eredetileg ugyanegy időben keletkezett összefüggő rétegek ennek következtében néha egymástól igen távol esnek, miért is a kutatásnak kell őket ú. n. *légnyergek* által boltozatokká és csúcsokká kiegészíteni, hogy az idomok keletkezését és összefüggését meghatározhassa (20. ábra).

A hegyképződés, rétegeltolódás, ránczosodás folyamata a Föld fokozatos lehülésére és összehúzódására (contractio) vezethető vissza.

A leglényegesebb vetődési (tektonikus) zavarokat a repedésképződés, törés, egyes rögök lesülyedése és az ezáltal bekövetkezett oldalnyomás idézték elő, a miről később részletesebben szólunk.

III. RÉSZ.

A szárazföldek alakjának változásai.

8. A földkéreg változásai.

A föld közeteinek és ezek fekvésének folytonos átalakulásai, amint azt az imént jeleztük, nem mehettek végbe anélkül, hogy egyszersmind a földségek körrajzát és domborzatát is ne módosították volna. Valóban a száraz részek általános alakulata az idők kezdete óta folyvást változott és még ma is változik.

Ha már most ezen változások indító okait kutatjuk, akkor azokat főképen két erő megnyilatkozására vezethetjük vissza és pedig 1. «a föld bensejében rejlő erők» (endogen hatások), 2. «a föld kérgét idomító külső erők tevékenységére» (exogen hatások).

9. A föld belsejének hatásai.

a) A szárazföld emelkedése és süllyedése.

Földünk, melyet a népek a mozdulatlanság jelképének tekintenek, folytonosan ingadozik. A szárazföld látszólag nyugodt felszíne kisebb-nagyobb területeken hosszú századok folyamán lassan-lassan mind magasabbra emelkedik az óceán fölé, míg másutt a víz alá süllyed.

A föld fejlődésének régebbi korszakaiban ezen változások sokkalta hatalmasabb arányokat öltöttek, mint ma, az úgynevezett «geológiai jelen»-nek aránylag nyugodt idejében.

Mindazonáltal minden kétséget kizárólag megállapítható, hogy e tünemény ma is létezik, habár még eddig nem is

sikerült e tüneménynek a föld képét lassanként megváltoztató törvényét, geográfiai rendjét és a lassú hullámzások viszonylagos sebességét meghatároznunk.

A föld szintjének változásait legjobban a tengerpartokon alkalmazott vízmérezék segítségével figyelhetjük meg, mert ott a víz határozottan körvonalozza a szárazföldet.

Az évszázados változások legismertebb példája Skandinávia, mely folytonos lassú emelkedésben van, kivéve Svédország legdélibb partszegélyét, hol helyenként hullámzatos süllyedést állapítottak meg. A sarkvidék utazói Novaja Zemlja és a Spitzbergák szigeteit is jóval nagyobbak találták, mint a minőnek a régi geográfusok leírják, de legjobban bizonyítják az emelkedést a norvég partszegélyen azon egyenközű vonalak, melyeket különböző időszakokban a tenger vize beljök vésett, s a hol apró, szétszórt kagylókra, jelenleg is élő csigák héjára, sőt néhol cetek csontjaira is akadtak, melyek ma magasan a tenger színe fölött fekszenek. Norvégia hosszában a jelek alapján az emelkedés néhol 213 *m.*-re rúg.

A kutatások azt is kiderítették, hogy a part ezen függélyes irányú mozgása nem egészen egyenletesen történik; hol meggyorsabbodott, hol meglassúdott az, sőt olykor az emelkedés folyamatát süllyedés szakította meg. A norvég hegyvidalokon egymás fölött végig futó partlépcsők egyenlőtlensége bizonyítja a földalatti nyomásnak ezen váltakozását, mert a hullámok bevájta padkák néhol szélesek és szelid hajlásuak, másutt rendkívül meredek.

Az Altenfjord rétegparkáin Bravais végezte közvetlen mérések kimutatták azt is, hogy e hajlások épen nem egyenközűek s hogy a mély öblök csúcsa felé fekvő sziklatömegek erősebben emeltettek fel, mint a tengerhez közelebb eső rétegek. Míg az öböl belső (keleti) szegélyén az alsó partfok 27·7 *m.*, a felső pedig 67·4 *m.*-re tolódott fel a tenger színe fölé, addig az öböl bejáratánál az alsó partlépcső csak 14·1, a felső csupán 28·6 *m.* magas. E szerint itt az emelő nyomás erősebb volt a hegytömegek szomszédságában, mint a part közelében.

Skandináviához hasonló emelkedés színhelye Észak-Amerika nagy tavainak vidékén az Irokézpárt s annak folytatása a Sent-Lőrincz öböl környékéig. A legnagyobb feltolódás Quebec tájékán 250 *m.* Igen lassú és egyenletes emelkedést — mely ma 130—160 *m.* — mutat Labrador körülbelül 1000 *km.* hosszú partszegélye.

Az adriai tenger keleti kemény sziklából álló isztriai és dalmáciai partja ellenben jelenleg süllyedőben van. Itt az idők folyamán csaknem minden nagyobb város változtatta a tengerhez való helyzetét. Trieszttól kezdve Lissa szigetéig mindenütt emberi műveket, régi kövezeteket, kikötőtöltéseket, mólókat, mozaikokat, szarkofágokat stb. találtak a tenger színe alatt. Pólánál és Parenzonál nemcsak elsüllyedt római kövezetet, hanem még egymás fölött fekvő kövezetsort is találtak a tengerben. Az albaniai Vranja-tónak vize a 17. századig édes volt, ma sós ízű. A rómaiak nagy seregűtját az artai öbölben több mint egy méternyire tenger fölé; tehát Albánia is süllyed.

A felsoroltuk esetek azonban csak egyes példák, mert tény, hogy igen sok más helyütt, mint Chileben, Peruban, Egyiptomban, Grönlandban stb. szintén ilyféle lassú változások történtek a geológiai történelem jelen korszaka alatt, még pedig anélkül, hogy a Földet valamely erőszakos forradalom dülta volna fel.

Ezen igen lassú s ez okból századosnak (szekuláris) nevezett mozgásokat azonban nem szabad összetévesztenünk azon változásokkal, melyeket a partvidék némely helyein az Óceán okoz, kimosva vagy feltöltve, lehordva vagy gyarapítva a partszegély szélességét. Ezek megkorántsem bizonyosságai egy egész terület emelkedésének, vagy süllyedésének, hanem csupán helyi jelenségek.

Épp ily helyi hullámzások a vulkáni területeken (lásd a következő fejezetet) előforduló talajingadozások. A nápolyi öbölben a Pozzuoli-tól nem messze emelkedő Serapis templom oszlopait például egykor mintegy hetedfél méternyire a tenger vizének kellett elborítania, mert ilyen magasságig láthatók márvány-törzseiken a fűróférgék meszes burkai és a férgék-rágta számtalan likaesok. (A süllyedés talán 1198-ban történt, midőn Pozzuoli szolfatarája kitört). Később, valószínűleg 1538-ban körülbelül 20 méternyi emelkedés történt s az oszlopok ismét szárazra jutottak.

A templom süllyedése és újból kiemelése csak helyi jellegű volt, mert ugyanabban az időszakban Nápoly szomszédos partjai semmi észrevehető felszín-változást sem szenvedtek, világosan megkülönböztetendő tehát e tünetény a százados mozgásoktól, melyek egész kontinensek alatt feltolják a Föld kérgét.

b) A vulkánok.

A vulkánok rendszerint többé-kevésbé kúpalakú hegyek, melyek hirtelen «kitörések», «errupeziók» alakjában, nagy mennyiségű vízgőzök és robbanó gázokkal, valamint forró hamu és salaktömegekkel együtt izzó kőanyagot «lávát»

vetnek ki töleséralakú nyílásaikon «krátereiken». Ez utóbbiak torkolatai azon földalatti «csatornák»-nak, melyeken keresztül a föld bensejében összegyűlt és túlhevített állapotban levő úgynevezett «magma» a felszínre tör.

A kitöréseket rendszerint a magma kavargása által előidézett földalatti robaj és a talaj megrázkodtatásai előzik meg, míg nem az óriás belső nyomás a régi krátert eldugaszoló megmerevedett anyagokat a csatornából kilöki, vagy a vulkán kúpon új rést nyit. Hatalmas vízgőzszlopok és robbanó gázok szöknek fel most a magasba és sűrű felhőgomolyokat alkotva ömlenek szét. A roppant sebességgel kilövellő gázok röptő ereje rengeteg mennyiségű anyagot ragad ki magával a kráterből, úgymint olykor rendkívüli nagyságu (3—4 méter átmérőjű) alakatlan salak- és lávadarabokat, melyek röptükben gömbölyű u. n. «lávabombákká» idomúlnak és épúgy, mint a csatorna falairól lerepesztett és kiteszított sziklatömbök (néha 2000—4000 métermázsá súllyal) csak sok száz méter távolságban esnek le.

Ennél azonban sokkal nagyobbak a szétmörzsölt és porrá zúzott vulkáni homok és hamu tömegei. Magasra fölhajítva s szétterülve elhomályosítják messze vidéken a látóhatárt és aláhullva köröskörül az egész környéket beborítják lerakodmányaikkal.

Közben a vízgőz a légkör magasabb rétegeibe jutva, gyorsan összesűrűsödik, villámlás és mennydörgés között megereged a felhőszakadásszerű zápor s a rohanó sebességű lecsurgó ár magával sodorja a hamut, melylyel iszapos péppé egyesülve nagy pusztításokat visz végbe, míg később megszilárdulva a «vulkáni tufa» kőzetet képezi.

Végre bekövetkezik a kitörés utolsó szakasza, midőn az izzó láva felemelkedik a csatornában s vagy a kráter tetején, vagy valamely kirepesztett oldalnyíláson majd mint rohanó ár, majd mint nyúlós lassú folyam, mindent elpusztítva és elégetve, a lejtőn lefolyik. Felületén gyorsan kéreg alakul, de belső melegét néha évtizedeken át is megőrzi, míg teljesen megmerevedik. Az ily lávaárak vagy folyamok gyakran több mérföldnyire is elnyúlnak s helyenként száz méter vastagságot is elérnek; másrészt azonban tapasztalati tény,

hogy nem minden kitörésnél következik be a láva kitódulása.

Az erupezió utóműködéseként a vulkánkúp nyílásaiból, repedéseiből néha hónapokon keresztül gőzök és egyéb illékony anyagok ömlenek ki; míg végre a föld bensejében a nyugalom helyreáll, a földalatti csatorna vagy egészen megürül, vagy a kráterhez közel eldugul, hogy esetleg idő múlásával új magma összegyülemzése következtében ismét erőszakkal megnyittassék.

Az egyes erupeziók nagyságát a kísérő jelenségek elterjedésének távolságából és a kitörési termékek tömegéből ítéljük meg. E kettő azonban sokszor nem áll arányban egymással. A robbanások dörgése a Szunda-útban fekvő Krakatoa vulkán kitörésekor (1883 augusztus) Ceylon szigetén is — tehát több mint 3000 *km.* távolságra — hallható volt, míg a Sumbawa-i (Kis Szundák szigetesortja) Tambora tűzhányó 1815-iki exploziójának robaja felényire sem hatolt el; pedig a kidobott anyagok mennyiségét az első vulkánál csak 18, a másodiknál ellenben 103 köbkilométerre becsülik.

A vulkánikus tünemények indító okait és kútforrását a tudomány még nem derítette ki teljesen.

A kitörések közvetlen megfigyelései alapján el kell vetnünk azt a feltevést, hogy a lávák azon állítólagos központi tűzhelyből származnak, mely némelyek szerint a Föld egész belsejét elfoglalja. Egymáshoz igen közel eső vulkánok nem egyszerre törnek ki, mineralógiai összetételre nézve pedig felette különböző lávákat hánynak ki, ami nyilván lehetetlen volna, ha krátereket egy és ugyanazon forrás táplálná.

Valószínű, hogy magában a Föld szilárd kérgében vannak, a tenger felszínétől talán nem is mélyebbre, mint körülbelül 40–60 *km.*-nyire hézagok, katlanok, melyek a magma gyűlőhelyeikül, üstjeikül szolgálnak, s vagy teljesen zártak, vagy egymással összeköttetésben állanak. A magma különböző anyagok keveréke, melyben a főszerep a kovasavé; e keverék legtöbbször alumínium- vagy magnézium-szilikátok alakjában vasoxydullal, kálival, nátronnal és mészsel van elegyítve és számos gáznemű — a nagy nyomás folytán folyós állapotban levő — anyaggal áthatva, melyek közül 99% vízgőz, kivül pedig a legtöbb kénes gáz. A víz beszívargás útján jut a magmához, s avval összekeveredik, mert a földkéreg nagy nyomása következtében gózzá nem válhat. A folyton gyarapodó magma, valamely eddig még nem fejlett lökő erő hatása, valamint a reá

nehezedő nyomás következtében utat keres s a vulkáni csatornákon felé emelkedik. A földfelület közelébe érve, a vulkánok a nyugvás ideje alatt eldugult csatornáját hatalmas erővel megnyitja, ezen át a szabaddá vált vízgőzök és gázok nagy gyorsasággal elillanak s az izzó tömeg, mint láva utánuk tölül.

Magasság tekintetében a vulkánok nagy ellentéteket mutatnak. Míg a Havai szigetek vulkánóriásai, melyeknek lábait a tenger habjai borítják, 10.000 *m.*-nyire emelkednek fel, addig másutt apró vakantúrásszerű kráter nélküli halmokat találunk.

E hegyeket magasság szerint osztályozni már azért sem lehet, mert kisebbekből nagyobbak lesznek, apró «főkráterek» — úgynevezett «parazita vulkánok» — sokszor a kitörések fő színhelyeivé válnak és megnövekedve, mint egyenjogú «ikrek» sorakoznak az idősebb főkúpok mellé.

A Vezuvnak főcsúcsa hajdan a Somma volt, ebben volt a főkráter és midőn (lásd 21. ábra) Kr. u. 79-ben ama borzalmas kitörés 5 római várost (köztük Pompejít, Herculánomot és Stabiae) elpusztított, a földalatti erő a hegy déli oldalát szétvetette, csak egy esorba krátert hagyván meg, anyagát pedig hamuval és lávával elegyest a városokra dobta. A Somma mai magassága csak 1110 *m.*, míg az óskúp esonka tölcserében született Vezuv mind magasabb hegyorommá emelkedett:

1832-ben 1140 *m.* magas volt,

1847-ben 1240 *m.*,

1868. óta pedig 1297 *m.*

A vulkánok önmagukat építik fel s az anyagot ehez a kitörések főtermékei, a hamu és salak, mint tufa, továbbá a kihajított sziklatömbök és láva-bombák, főképen azonban a gyürös lávatömegek szolgáltatják, melyek megkeményedve, a földfejlődés első időszakaiban a gránit- és porfir-sziklage-rinczeket, a későbbi korszakokban pedig a bazalt- és trachyt-közeteket alkották.

Az egymásra következő erupeziók lávaanyaga a hegynek mintegy a esontvázát alkotja, melyen a hamu és kőfélék elnyúló lejtőkkel halmozódnak; minden kitöréssel mind szélesebbre és magasabbra emelkedik a vulkán, míg végre a felhők közé, egészen az örökös hó határáig magasodik.

A kúpok belső összetételét a 21. és 22. ábrák mutatják.

A Mount Wellington Új-Zélandban, a Rangitoto, a Vezuv és nagyszámú más vulkánhegy a szabályos felépítésnek igen szép példái.

A kráterek méreteire vonatkozólag azonban sokszor nagy különbségeket találunk. Míg egyes tölcsérek átmérője csak egy-két méter, a föld legnagyobb kráterjéé a Ringgit-é Jáva szigetén 21 *km.* (A Vezuvkráter átmérője 1896 januárjában 136 *m.*, 1898 februárban 160 *m.*, 1899 végén 185 *m.* volt. Az oldalkrátereket, vagy fiókvulkánokat illetőleg, említésre méltó, hogy míg egyes vulkánokon ilyeneket hiába keresünk, az Átna-nak 700-nál is több parazita-krátère van, a Gelungunon pedig, Jáva szigetén, számuk több ezerre rug.

Kitörési tevékenységre nézve «működő» és «kialudt» vulkánokat különböztetünk meg; az elsőkhöz számítjuk



21. ábra. A Vezuv metszete.

b = a vulkán belső láva üstje, *c* = a Somma, régi történelem előtti tufakúp, *d* = a hamukúp, *e* = kisebb parazita salakkúpok, fiókráterek.



22. ábra. A vulkánhegy belső összetétele.

a = hamu és salakkúp, *b* = lávakúp, *c* = tufakúp.

azokat, a melyek jelenleg is működnek, vagy tevékenységükre nézve legalább a történelem feljegyzésekkel rendelkeznek, az utóbbiakhoz az emberemlékezet óta szünetelőket.

Ha valamely vulkán hosszú időn át nem működik, vagy teljesen elnémul, kialszik, akkor a Földre ható külső erők, eső, fagy, szél — a vulkánkúpot, különösen pedig a krátertölcsérnek legfelsőbb laza hamu és homokból alakult szélét megtámadják, koptatják és alámossák, míg a tátongó űr fölötti boltozat összeomlik és leroskad. Így keletkezik a «vulkán-rom».

A működő vulkánok száma körülbelül 350-re tehető; ezek közül mintegy 110 a Csendes-Óceán ázsiai partmellékére, körülbelül 120 ugyan ezen óceán amerikai partterületére, 30 pedig a Nagy-Óceán szigeteire esik, míg az atlanti és indiai Óceánra, Európára, Afrikára és Ázsia belsejére együttvéve, csak 90 jut. A Csendes-Óceán világa tehát ma a vulkánikus tevékenység főszíntere.

Európa működő vulkánai: Dél-Európában a Vezuv, Átna, Stromboli, Vulcano, Pantellaria, Santorin, Monte Nuovo, továbbá a kanári, zöldfoki, azori-szigetek egyes tűzhányói, északon pedig Izland szigete a Hekla csoporttal s az Északi jeges tengerben Jan Mayen.

A kialudt vulkánok száma a működőket sokszorta felülmúlja.

Fekvésük szerint ismerünk:

1. «Vulkáncsoportokat», melyek egy középpont körül elszórtan helyezkednek el, pl. Izland, Szicília, a lipari, azori, kanári, zöldfoki, Sandwich (hawai), Galopagos stb. szigetek vulkáncsoportjai.

2. «Vulkánsorokat», melyek füzéralakban, egy vagy két, de gyakran több egymással párhuzamos, vagy szöget képező sorban fekszenek. Leghatalmasabb azon 2000 földrajzi mérföldnél hosszabb vulkánsor, mely Észak- és Dél-Amerika nyugati partvidéke mentén ívalakban a Behring szorosától a Horn-fokig vonul s a legborzalmasabb és legtevékenyebb vulkánokat foglalja magában. (Kolima, Jorullo, Popocatepetl, Orizaba, Consequina, Chimborasso, Cotopaxi, Sanghay, Saha-hama stb.).

Más tekintélyes vulkánsorok még: Szumatra és Java, a Molukki és Filippini, kurili és aleuti szigetek, Kamcsatka félsziget stb. vulkánvonalai.

A vulkánsorok rendszerint a sokféle ránczosodásokkal bíró, mindinkább összehúzódó földkéreg hasadécai, repedései mentén, vagy a földfelület domborzatának törésvonalai hosszában terülnek el. Így a Vezuv mintegy déli végpontja azon északnyugat-délkeleti csapásirányú, az Apenninek nyugati lejtője mentén húzódó, körülbelül 200 *km.* hosszú horpadási vonalnak, melynek hosszában számos más, de már kialudt vulkánt találunk.

Vannak «óceáni vulkánok» és «tengeralatti kitörések» is, melyeket azért nem tarthatunk számon, mert színhelyüket a víz eltakarja, tevékenységükről pedig csupán egy véletlenül arra járó hajó útján értesülünk.

A megfigyelések szerint a kitörés tünetényei itt is ugyanazok, mint a szárazföldön. Nagymennyiségű anyagkitululás szigeteket hoz létre, pl. a lipari szigetek közül — Sziciliától északra — a Vulcanellót (200-ban Kr. sz. e.), mely azóta a Vulcanó-val összenőtt, és többeket az aleuti és filippini szigetek közül. A Ferdinandea sziget Sziciliától délre szintén így képződött 1831-ben, nemsokára azonban ismét eltűnt.

A vulkáni tevékenység különben a szárazföldön is olykor a szomszédos terület felemelésével, vagy süllyedésével, továbbá talajszuszamlá-

sokkal, hegyboltozatok beomlásával s egyéb ilyenmű jelenségekkel függ össze.

A felemelésnek szép példáit mutatják a Monte Nuovo és a Jorullo vulkánok. Előbbi Nápoly közelében a flegraei mezőkön olyan helyen képződött, mely 1538 előtt tengerfenék volt; ekkor vagy 2000 m^2 -nyi terület hirtelen kiemelkedett a víz alól, mire bekövetkezett a kitörés és a kihányt anyagokból egy 200 m . magas hegy képződött. (Serapis templomának oszlopsora valószínűleg ekkor merült fel ismét a tengerből. Lásd az előbbi fejezetet). A Jorullo vulkánhegy Mexikó magas fensíkján 1759-ben patakotól átszelt oly lapályon képződött, a hol indigót és czukornádat termesztettek.

c) A vulkánizmussal összefüggő tünetmenyek.

Nemcsak a működő és csupán ideiglenesen pihenő, de nagyrészt a már teljesen kialudt vulkánok is még folyton hirdetik egykori tevékenységüket azzal, hogy gázokat és gőzöket bocsátanak ki, mint az olyan tűzhelyek, melyekről a lángok kialvása után is még szállong a füst.

Vannak oly vulkánok is, pl. a Pozzuoli melletti szolfatara, vagy a Demavend Perzsiában, melyek tevékenysége egyáltalában csak illékony anyagok kilehellésében nyilatkozik meg.

A hamu és láva helyett a kimerült vulkán kráteréből és oldalhasadékaiból kitululó gáznemű anyagok vegyi összetétele szerint megkülönböztetünk:

1. *fumarolákat*, forró vízgőzkiömléseket, néhol csekély bórsav és kénes sav gőzökkel vegyítve;
2. *szolfatarákat*, hol a kénes gőzök és a kénhydrogén-gázok az uralkodók; belőlük a kitörés nyílása körüli közelekre termésken csapódik le finom por alakjában.

Szicília bányái évenként több mint 200,000 tonnányi kén szolgáltatnak a kereskedelemnek, de a Nápoly melletti flegraei mezők, valamint Izland, Jáva és Uj-Zéland szigetei nem kevésbé gazdagok szolfatarákban.

3. *mofettákat*, azaz oly vulkáni üregeket, melyekből az emberi és állati szervezetre oly ártalmas «szénsav-gázok» áramlanak ki.

A szénsav-gáz a levegőnél sokkal nehezebb lévén, a szénsavat lehellő barlang száját nem fogja be teljesen, hanem annak fenekén halmozódik össze. Éppen azért az ilyen barlangba a gyilkos gáz ellenére is be lehet

kellő óvatossággal haladva menni, az ember az üreg belsejéből a bejárat felé visszatekintve megláthatja, a mint az áram kifelé tódul, mert a sugártörés másként történik az alul nyugvó szénsavrétegben, mint a fölötte levő levegőben.

A legnagyobb mofetta a «Halál völgye» Jáva szigetén, a legismertebbek egyike pedig a «Kutyabarlang» Nápoly közelében, valamint a torjai «Büdösbarlang» hazánkban. (Kézdi-Vásárhely.)

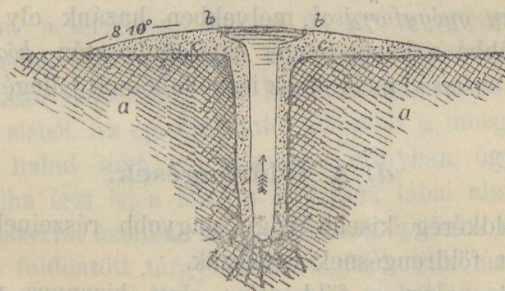
A gázok kilehellésén kívül a vulkánizmussal rokon tünetmenyek még az iszap- és vízömlések is.

Az *iszapvulkánok* rendszeren iszapos agyagból álló alacsony halmok csoportozatai, középen a kráterekkel, melyekből a szunnyadás idején gázok, kitörések alkalmával pedig néha kövekkel vegyesen forró iszaptömegek hatolnak ki.

A főkülönbség a lávát termelő vulkánokkal szemben az, hogy itt «a Föld földet hoz fel» a mélyből.

Girgenti környékén kívül (Szicília), hol «makalubáknak» nevezik őket, Európában még Baku vidéke említendő (Kaspi tó), hol az iszapkráterdombok száma több százra rug.

Az iszapvulkánok közé sorol hazánkban a «Pokolsár» Erdélyben, habár működése igen gyenge. Iszaphányó a többi világrészekben igen sok van. (Jáva, Columbia stb.)



23. ábra. A geyzír metszete.

a = alapkőzet, bb = a geyzír medenczéje, c = kovakúp.

Geyzireken időszakos forró szökőforrásokat értünk, melyek olykor 3–4 m átmérőjű vízoszlopaikat alacsonyán fekvő krátérszerű nyílásaikból 60–70 m magasságig is felvetik. Vízök 50–100°-nyi hőmérsékű és különböző sókat, valamint kovát és meszet tartalmaz feloldva; ezek lerakódása általán azután a források körül kisebb dombok képződnek. (Lásd 23. ábra.)

A megfigyelések szerint a vízcsatorna fenekén összehalmozott túlhevített gőzök adják az emelő erőt, a kitörések

ismétlődése pedig attól függ, mennyi idő kell ahhoz, hogy a gőz feszítő ereje a vízoszlop súlyát legyőzze.

Számos geyzir fordul elő Izland szigetén, Észak-Amerikában, Új-Zélandban, Kaliforniában és Japánban.

Az izlandiak közül a leghíresebb a «Nagy Geyzir», melynek kovaanyagból alkotott széles és mély medenczéből csendesen folydogál a 89° hőmérsékű víz; majd csakhamar földalatti robaj kíséretében a tó tükre háborogni kezd s belőle gőzrétegek szállnak fel; végre az összegyűlt vízgőz legyőzi az ellenállást s nagy robajjal mintegy 30—45 m. magas vízoszlopot emel a levegőbe, melyet egy második és harmadik is követ. Néhány perc múlva a felszabadult gőz elillan, a víz visszaomlik a medenczébe s a gyönyörű látvány megszűnik, hogy néhány óra múlva ismétlődjék.

Nevezetes még Izland szigetén az 1784-ben egy földrengés alatt keletkezett Strokr, melyet a lakosok beledobott kövek és földgöngyök által kitörésre kényszerítettek.

Még nagyobb szerűen mutatkozik a geyzirek tevékenysége az észak-amerikai Egyesült-Államok nemzeti parkjában (Yellowstone-park), hol gőzömlések, geyzirek és meleg források nagy számban találhatók s 70—80 m. magas forró vízugarak és 300 m. magas gőzoszlopok szöknek fel. Új-Zélandban is sok geyzir van.

Vulkánikus eredetűek még a fumarolákkal és geyzirekkel rokon, gyakran igen magas hőmérsékű vizet felszínre hozó *meleg- vagy gyógyforrások*, melyekben hazánk oly igen gazdag;¹ továbbá a kaspi tenger és Beludisztán *kőolaj* (nafta, petroleum) *telepei*, melyek az iszapvulkánok jellegét mutatják.

d) A földrengések.

A földkéreg kisebb vagy nagyobb részeinek megrázódtatásait földrengésnek nevezzük.

E tünet a föld színe alatt bizonyos mélységből ható, de közvetlenül meg nem figyelhető valamely erő megnyilatkozásának következménye. Maga a rengés rendszeren hullámszerűen halad tova és a föld felületén a legsajátosabb, de egyszersmind a legfélelmetesebb jelenségeket idézi elő.

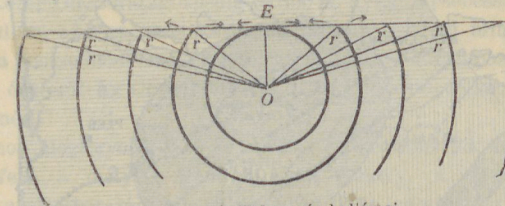
Néhány évtizeddel ezelőtt még azt hitték, hogy a Föld megrázódtatásai ritka események, melyek csak hosszú időközökben ismétlődnek; legújabbban pontos műszerek segítségével (seismometer, seismograf és mikroseismograf) megállapították, hogy Földünk folytonos ingásban, rezgés-

¹ Lásd 10. fejezet e) pontját.

ben van s hogy nem mulik el nap, melyen földrengés ne volna, csakhogy azok nagy többsége észrevétlenül esik meg, vagy főleg a nagy városokban a zörgések és morajok zajába vegyül.

A 24. ábra a lökések hullámos tovaterjedését mutatja. O = a «gócspont» (geocentrum), melyből a lökés kiindul, EO annak mélysége; E «a földfelületi középpont» (epicentrum), r, r , pedig a hullámmozgás sugarai.

A szilárd kőzetekben keletkező hullámozgás tüneménye egészen hasonló ahhoz, melyet a vízen észlelünk, ha követ dobunk bele: a rázkódás középpontja körül egy sor egyenközi hullámgyűrű támad, mely lassanként gyöngülve, a távolban elenyészik.



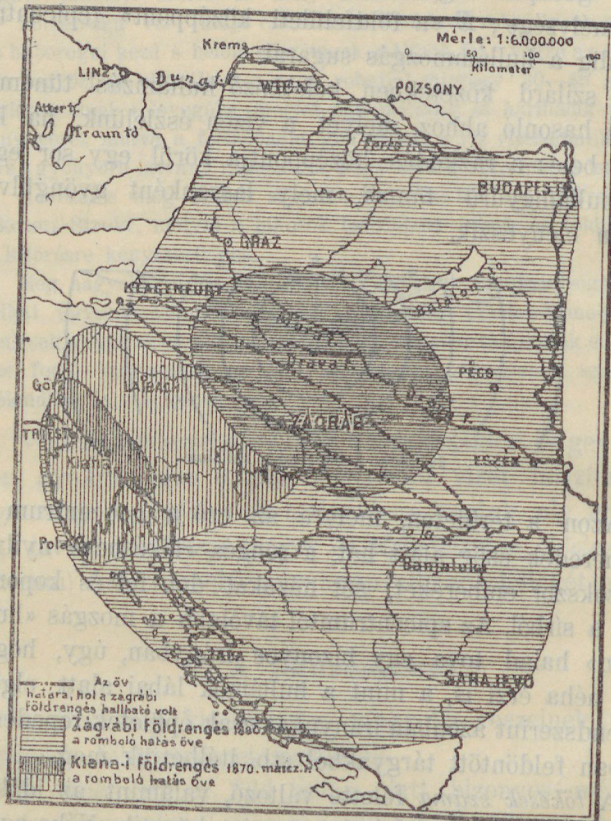
24. ábra. A földrengés hullámai.

Azon a területen, melyre az erő a geocentrum felől még meredek szög alatt hat, a rengés «lökésben» nyilvánul, mely sokszor embereket, sőt házakat dob fel és koporsókat vet ki a sírból. Az epicentrumtól távolabb a mozgás «hullámszerűen» halad tova egy bizonyos irányban, úgy, hogy az ember néha érzi is, a mint a hullámok lábai alatt elgördülnek, rendszerint azonban irányukat csak épületek repedéseiből, útjukban feldöntött tárgyakból stb. ítélhetjük meg.

A *lökések száma* felette változó, valamint az időköz is, mely után az egyes lökések egymást követik. Néha az egész földrengés csak néhány másodperczig tart, de ez ritka eset. A legtöbb esetben számos másodrangú rázkódtatások észlelhetők, melyek a fölkést megelőzik, vagy azt követik és különböző erősséggel napokig, hetekig sőt hónapokig is eltartanak. E szerint nem szólhatunk általában egy rengésről, hanem egy egész «*földrengési sorozatról*».

Közép-Amerikában Caracas városa 1812 márczius 26-án gyönyörű templomaival és lakosainak tizezrével egy háromlökéses földrengésnek körülbelül fél perc alatt esett áldozatul.

Az 1897. június 12-iki aszami földrengés utóregésekkel járt, melyek augusztus közepéig tartottak, eleinte naponta 200–300 lökessel; a nagy kalábriai földrengési sorozatnál ellenben (1783-tól 1786-ig) rendszerint előregéseket tapasztaltak. A japáni nagy katasztrófát 1891-ben 10 nap alatt 1132 rázkódás követte; ezek száma a 70. és 80 nap között 87-re, a 150. és 160. nap között pedig 13-ra súlyedt.



25. ábra. A zágrábi és klanai földrengés. Toulou Ferencz után.

Zágrábban a rengési tevékenység 5 évi nyugalom után 1877 november 12-én kezdődött, 1880 november 9-én következett be a földrengés, mely főképen az épületekben okozott nagy kárt s Budapesten is érezhető volt; reá ugyanabban a hónapban még 10 rengési napot számláltak, míg végre a lökések kisebb-nagyobb időközökben ismétlődve, de egyszersmind gyengülve 1881-ben esendésedtek el. (25. ábra.)

A rengési hullám tovaterjedése igen különböző és első sorban az altalaj összetételétől függ; tömör kőzetek a hullá-

mot átengedik, néha irányától el is térítik, anélkül, hogy az őket tetemesen megrázkódtatná, míg laza földnemekben gyakran repedéseket, rétegtöréseket és eltolódásokat idéz elő. Ez okból a sziklatömegeket, melyeken a hullám ereje mintegy megtörik, «földrengési szigeteknek, vagy hídaknak» nevezik.

A hullám haladásának gyorsasága a lökés erejétől függ és közepesen 2–4 km.-re tehető másodpercenként; minél tovább ér, sebessége annál inkább gyarapodik, ereje ellenben fogy.

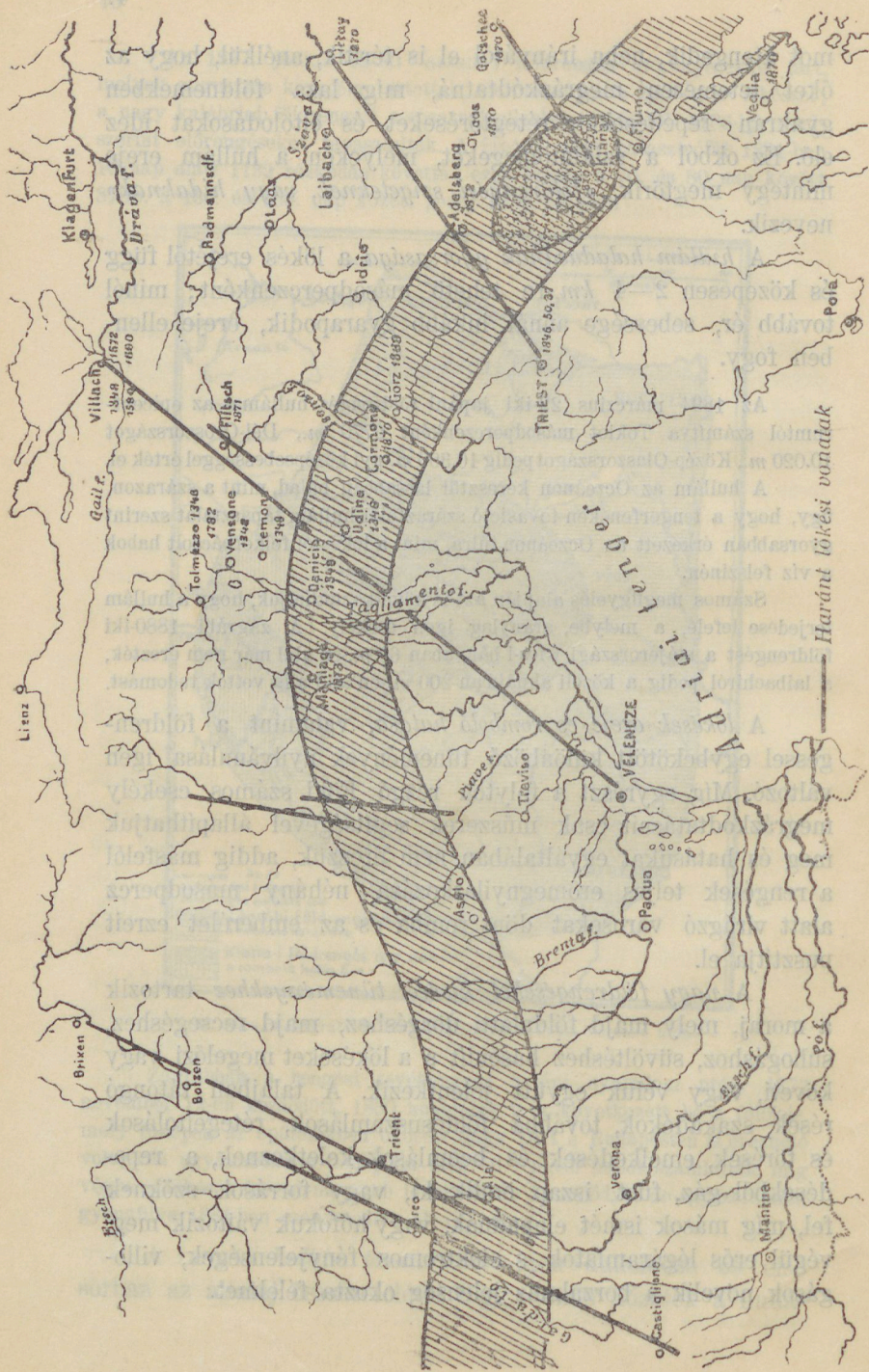
Az 1894 márczius 22-iki japáni földrengés hullámai az epicentrumtól számítva Tokiót másodpercenként 2770 m., Dél-Oroszországot 10.020 m., Közép-Olaszországot pedig 10.390 m.-nyi középsebességgel érték el.

A hullám az Oczeánon keresztül lassabban halad, mint a szárazon, úgy, hogy a tengerfenéken tovasiető szárazföldi hullám tapasztalat szerint gyorsabban érkezett az Oczeánon túlra, mint a lökéstől felkorbácsolt habok a víz felszínén.

Számos megfigyelés alapján azt is következtethetjük, hogy a hullám terjedése lefelé, a mélybe, aránylag igen csekély. A zágrábi 1880-iki földrengést a stájerországi wies-i bányában 60 m.-en alul már nem érezték, a laibachról pedig a közeli aknában 200 m.-en alul alig vettek tudomást.

A lökések ereje és romboló hatása, valamint a földrengéssel egybekötött különböző tünetnyilvánulása igen változó. Míg egyrészt a folyton rezgő Föld számos csekély megrázkódtatásait csak műszerek segítségével állapíthatjuk meg és hatásukat egyáltalában nem érezzük, addig másfelől a rengések teljes erőmegnyilatkozása néhány másodperc alatt virágzó városokat dönt romba és az emberélet ezreit pusztítja el.

A nagy földrengéseket kísérő tünetnyilvánulásokhoz tartozik a moraj, mely majd földalatti dörgéshez, majd recsegéshez, suhogáshoz, süvöltéshez hasonlít s a lökések megelőzi vagy követi, vagy velük együtt jelentkezik. A talajban tátongó rések, szakadékok, továbbá földcsuszamlások, rétegeltolások és törések, emelkedések és beomlások keletkeznek, a repedésekből gáz, füst, iszap ömlik ki, vagy források szöknek fel, míg mások ismét elapadnak, vagy hófokuk változik meg, végül erős légáramlatok s elektromos fényjelenségek, villóságok növelik a borzalmas jelenség okozta félelmet.



26. ábra. A Déli-Alpok földrengési öve Hörnes után.

Hivatalos kimutatás szerint Olaszországban az aránylag nyugodt lefolyású 1870. évben földrengések következtében 2225 ház dőlt romba, 98 emberélet veszett el és 223 egyén sebesült meg.

Az 1868. augusztusi Charleston-i földrengésnek Dél-Amerikában 70.000 ember esett áldozatul.

Élénk emlékezetben van még az 1891 október 28-iki irtóztató katasztrófa is, mely Japán központjában a gyönyörű kertekkel beültetett Owari-Minó-i lapályt érte. Meghalt 7279 lélek, nagyobb sérüléseket szenvedett 17.393; elpusztult 197.350 épület egészen, 78.296 részben, 6.379 ház pedig porrá égett. Az egész kár körülbelül 120 millió koronára rugott. És mindez néhány másodperc műve volt.

A földrengés hatása a lökés forrásának, tehát a geocentrumnak mélységétől, a lökés erejétől és a talaj összetételétől függ. Míg egyes rengések csak kis területekre szorítkoznak, mások messze az óceánokon túl is éreztetik hatásukat. E tekintetben az epicentrum fekvése is határoz. Ha az epicentrum csak egy pont, akkor a rázkódást szenvedő terület többé-kevésbé kör alakú s a rengést «központiás»-nak (*centrális*) nevezzük. (Pl. az 1880-iki zágrábi földrengés, lásd 25. ábra.) Ha az epicentrum egy vonal, akkor a földrengés területe hosszas elliptikus alakban határolódik s a rengést «vonalmentinek» (*lineáris*) mondjuk. (Pl. az Alpok déli vonulatának rengési vonalai, lásd 26. ábra.) Ha azonban a lökés «egyidejűleg» egy egész területet rázkódtat meg, úgy, hogy rengő hullám nem észlelhető, hanem oly hatás mutatkozik, mintha a rengés forrása a geocentrum nem pont, hanem egy egész lap, egy sík volna, amikor tehát a hatás erejét egy egész területre «egyszerre» érvényesíti, akkor a rengés «területi földrengés».

(Svájcznak a legutóbbi években szigorú pontossággal megfigyelt rengései mind ily jellegűek.)

A földrengés hatását egész pontossággal nem mindig körvonalozhatjuk, mert sokszor egymással közel szomszédos helyeken a talaj egyenlőtlen összetétele miatt a hatás igen különböző (földrengési hidak), továbbá mert a megfigyelések nem mindenütt pontosak.

Az 1755-iki híres lissaboni földrengés, mely e várost romba döntötte és 30.000 embert ölt meg, 16 km²-nyi területen volt érezhető; az utolsó évek legkiterjedtebb földrengése pedig, a charlestoni 1866-ban 2-3 millió km²-nyi vidékre hatott, ami monarchiánk nagyságának majdnem

négyszeresse. Az 1891. és 1894-iki japáni rengések szélső hullámain a potsdami és wilhelmshafeni obszervatóriumokban a legújabb pontos műszerek segítségével figyelték meg.

A zágrábi rengés hatásának körvonalát a 25. ábra mutatja.

E hatalmas kiterjedésekkel szemben feltűnő, hogy az 1883 július 28-iki ischiai földrengés, mely a kies Casamicciolát romhalmazzá változtatta, alig terjedt valamivel a kis szigeten túl.

A földrengések okai a föld belsejében működő különböző erőforrások hatásának megnyilvánulásai; melyek közül a vulkánizmust, továbbá a földalatti üregek bedőlését, főképen pedig a földkéreg összehúzódását, ránczosodását és vetődéseit említjük.

E szerint megkülönböztetünk:

1. *Vulkanikus földrengéseket*; ezek többnyire központos (centrális) rengések, a kitörések előhírnökei, vagy kísérői, tehát csakis vulkánikus vidékeken fordulnak elő s hatásuk bár erős, de inkább csak helyi jellegű.

2. *Beomlásos földrengéseket*, melyek szintén központos rengések s okozójuk a víz, mely a lazább kőzetek, (mész, só, gipsz) belsejében csatornákat, hézagokat mos ki magának s ezekből idővel mind nagyobbodó üregeket, barlangokat váj; ezek oldalairól és boltozatairól azután időnként egyes hatalmas rétegdarabok lezuhannak s megrázkódtatják a felületet. Ilyen rengések leginkább a karsztvidéken fordulnak elő s szintén csak helyi természetűek.

3. *Vetődési (tektonikus) földrengéseket*, melyek rendszeren vonalmentiek, vagy területiek, erőmegnyilatkozásuk a hegyképződés folyamatával áll összefüggésben; valamennyi rengés között a leggyakoribbak, hatásuk pedig a legpusztítóbb. Magyarázatuk a következő:

Földünk domborzatának jelenlegi kialakulását nem tekinthetjük bevezetett műnek; egy hegységről sem mondhatjuk, hogy az befejezett nyugalmi állapotot foglal el s ezentúl már rajta semmisen változik. Már a hegységek első feltoronyosítását földrengéseknek kellett követniök, melyeket lent a mélyben végbemenő eltolódások, repedések, törések okoztak. Azután a kiemelt hegyterületek kölesönös nyomása érvényesítette hatását, minélfogva régebbi hasadékok kiszélesültek és újak keletkeztek, a rétegek fekvésében pedig torlódások és

gyűrűsek, függélyes és vízszintes csuszamlások stb. következtében hirtelen zavarok keletkeztek, megannyi új földrengésekre adván okot.

A föld jelenlegi állapotában is a kéreg leggyengébb részei a rétegek alapjáig leható törések, hasadékok és repedések, a hegységalakulást zavaró vonalak, melyeket a vulkánizmusnál «törési vonalak»-nak nevezünk (lásd előbbi fejezet), itt pedig inkább «lökési vagy rengési vonaloknak» hívunk. A jelentés ugyanaz; de habár a vulkánosorok is főképen ily vonalak mentén húzódnak, a két tüneményt egyesíteni nem lehet, mert a földrengések hatása nemcsak sokkal nagyobb területekre terjed ki, hanem mert számos igen intenzív rázkódtatásokat szenvedő vidék minden vulkánikus tevékenységtől teljesen érintetlen.

A 26. ábra a Keleti-Alpok déli vonulatának felső szegélye mentén húzódó s az adriai Karsztra is átterjedő földrengési övet ábrázolja, melynek mentén oly gyakran fordulnak elő rázkódtatások. Ez öv a Gárdától Ala—Bassano—Belluno-n át a Tagliamentóig ér; Udiné-nél, mely 1384-ben a történelem egyik leghatalmasabb rengésének színhelye volt, megtörik és délkeleti csapásiránnyal Cormons—Görz—Gradisca—Adelsberg—Klana-n át — hol 1870 február és márcziusban voltak heves rengések — Fiumét érintve, az isztro—dalmáciai karsztban végződik.

Ezen hosszanti rengési övnek számos harántlökési vonala van, melyek közül a leghosszabbak: Trient—Bozen—Brixen, Velence—Raibl—Villach (1384), Triest—Laibach—Cilli ismételve voltak erős rázkódtatások színhelyei.

A földrengések eloszlása földünk területén azt bizonyítja, hogy a rengési tevékenység főszínhelyei éppen azok a helyek, melyek képződésüknek aránylag rövid múltja folyamán hatalmas vetődéseknek, felforgatásoknak voltak alávetve.

Európában a rázkódtatások főterületei: az Alpok, a Kárpátok, különösen azok belső láncolatának törési vonalai, Görögországnak úgy az ágai, mint a jóni oldala, Olaszországban főképen Calabria, a Vezuv és Átna környéke és a Közép-Apennin, Spanyolországban a Sierra Nevada és a Pyrenák s végül a felsőrajnai mélyföld.

Ez utóbbi lapályon a rengések főleg azon vidéket látogatják meg, hol különböző hegyrendszerek találkoznak. (Mainz 155, Basel 288 rengéssel van a statisztikába bejegyezve.)

Figyelemre méltó, hogy a zavartalan nagy Orosz mélyföldön, valamint nyugati és északi Szibériában a földrengések igen ritkák és gyengék.

Hazánkban ugyan sok emberéletbe kerülő földrengés nem fordult elő, mindazonáltal különösen a Kárpátok lökési vonalai mentén épen nem gyenge rázkódásokat tapasztaltak. Csupán a legutóbbi időbe esők közül kiemeljük: 1858 január 15-én a Vág völgyét, főképen Zsolna vidékét ért nagyobb rázkódást, mely hazánk észak-nyugati negyedében mindenütt érezhető volt; 1870—71-ben ismételt lökések Jászberény vidékét tartották izgatottságban; 1879 október 10-én egy igen heves lökéssel kezdődött a moldovai földrengések sorozata a Bánságban; 1880 október 3-án Erdélyt rázta meg egy hevesebb rengés; ugyanaz év november 9-én pedig Zágráb alatt ingott meg a talaj hatalmasan. Erről részletesen már előbb volt szó.

A szárazföldi rengéseken kívül még megemlítendőek a *tengeri rengések*, melyeken a tengerfenék megrázkódtatásait értjük, a miket a véletlenül a lökési pont felett járó hajók is megéreznek. A hatás olyan, mintha a hajó zátonyra jutott volna.

A tengeri rengéseket nem szabad összetévesztenünk azon hullám-óriásokkal, melyeket egyes szárazföldi rengések torlaszolnak fel különösen ott, a hol az epicentrum a partszegélyen vagy magában a partmelléki sekély tengerben van. A jelenség olyan, mintha valamely vízzel telt edény oldalát erősen meglökjük. A tenger először visszahúzódik, de csak hamar mint magas és hatalmas, mindent elsöprő hullám tér vissza; ez azután többször ismétlődik. Az 1868-iki Peru-i földrengés hullámain túl a Nagy-Óceánon Ausztrália partjain is megéreztek, de pusztításuk az Óceán szigetecsoportjain volt a legnagyobb.

10. A föld kérgét átalakító külső erők.

Bármily magasra tornyosították fel a mélyből ható hatalmas erők a hegységeket, földünk felülete mégis a legnagyobb egyhangúság, művészi szemmel nézve pedig az unalmasság képét nyújtáná, ha bizonyos külső hatások nem érvényesítették volna átalakító befolyásukat. Az ülepedés útján képződött rétegek síma táblavidékeket, platókat alkotnának, a vetődések, rétegtörések és gyűrődések pedig, ha változatosabbá tennék is egyes vidékek domborzatát, az összbenyomás egyformaságát ép oly kevéssé zavarnák meg, mint az itt-ott kitoluló vulkánhegyek kúpjai és boltozatai.

Földünk kérgét évezredek során át *kívülről* ható erők csiszolják, faragják és csinosítják szüntelenül és pedig főképen a *Nap*, a *víz* és a *lég*. Hatásuk pusztító és építő egy-

aránt, működésük pedig, habár aránylag lassú és csendes, de szakadatlan és ezért a rendelkezésre álló mérhetlen idő folyamán óriás eredményt mutat fel.

a) Az elmállás.

Eleme a rombolás, melynek még a legszilárdabb kőzetek sem állhatnak ellent, a mint reájuk a *napsütés*, a *lég* és a *mozgó víz* hatása érvényesül. Ez *mechanikai* és *vegyszeri* úton történhetik.

A nap sugarai a kőzeteket nappal tetemesen felmelegítik, a mit azután éjjelenként gyors lehülés követ. Ezen folytonos és hirtelen *hőmérsékletváltozás* a kőzeteket megrepeszti és idővel mind kisebb darabokra tördeli. Ott, hol ehhez *nedvesség* járul és bizonyos évszakokban *jég képződik*, mint különösen a magas hegységekben és a nagyobb szélességű fokok alatt, a hatás még fokozódik, mert az apró hajszalrepedésekbe hatolt víz a fagyás által térfogatában megnagyobbodik és a repesztés és lazítás munkájában hatalmas erővel közreműködik.

Az elmállásnak leghatalmasabb eszköze a *víz*, mely nemcsak mechanikai úton hasogatja a kőzeteket, hanem vegyi alkatrészeivel, valamint a ritkán hiányzó szén-sav segítségével a sziklatömegek kötőanyagát *vegyszeri* úton is feloldja és tovaszállítja.

A kőzetképző anyagokat a szerint, a mint a közönséges hőmérsékű víznek ellenállnak, vagy attól szétbonthatók, két csoportra oszthatjuk.

A legtöbb szilikát, tehát elsősorban a kvarc (tisza kavasav) csak mechanikai úton morzsolódik szét homokká, az agyagkőzetek (kavasavas agyagföld) részeit pedig a szél por alakjában elhordja s a mozgó víz más kőzetekből kiöblíti ugyan, anélkül azonban, hogy vegyileg szétbontaná.

A vegyileg oldható kőzetek közé tartozik ellenben a leggyakrabban előforduló ásványnevek közül a mész, a dolomit, a gipsz (kénsavas mész) és a kősó.

A *növényfödőzet* látszólag védi a sziklaalapot az atmoszferi erők erős hatása ellen, mert magába szívja a vizet és fel fogja a Nap sugarait. Tényleg azonban a növények az elmállás előmozdításában hatalmas tevékenységet fejtenek ki, mert éltükben sokszor igen mélyre ható gyökereikkel mechani-

kailag rombolnak, hajszalgyökereik segítségével pedig ásványi alkatrészeket szívnak fel s azokkal táplálkoznak; elhalásuk után végre úgynevezett *humuszsavak* képződnek, melyek beszívároga a vegyi bomlás további tetemes előmozdítói.

Az eddigiek után könnyen megérthető, hogy az elmállás módja és gyorsasága a kőzetek ásványi összetételétől, keménységétől, vagyis szerkezetük tömörségétől, továbbá fekvésüktől és a vetődések okozta hasogatottságuktól és meg-lazulásuktól függ.

Néhol az elmállasztó hatás csak a szikla külső kérgére terjed, másutt mélyen lenyúlik a hegy belsejébe, úgy hogy — Heim szavaival élve — az egész hegytetőt le lehetne gördíteni, a nélkül, hogy csak egy-egy méternél nagyobb átmérőjű, összefüggő szilárd sziklatömbre akadnánk. Helyesen adták számos hegyecsúcsnak a «Fauler», «Faulberg», «Faulhorn» stb. nevet.

Az elmállást szerfelett elősegítik még az esőférgek is, melyek nagy mennyiségű szerves képződményekkel kevert földes anyagot nyelnek el és választanak ki s így a szénsav és a humusz-savak bomlasztó hatásának mind nagyobb teret nyitnak. Így Angliában Maer-Hall közelében az esőférgek egy homokos rétet 10 év alatt 50 mm vastag humusz-réteggel vontak be. Az egyenlítői vidékeken ezen folyamat legalább háromszor oly gyorsan megy végbe, mint Angliában.

A villám repesztő erejének az elmállás előmozdításában aránylag csekély szerepe van.

b) A lehordás (Denudáció).

Az elmállás termékeinek a nehézségi erő, a mozgó víz, a csuszamló lavina, meg jégár és a mozgó lég eszközölte továbbállítását egy szóba foglalva denudációnak nevezzük. Tevékenységének czélja az, hogy a sziklatalajt az elmállott anyagoktól megszabadítsa, mi által az atmoszferiliák ismét új anyagon gyakorolhatják elmállasztó munkájukat.

A lehordás mennyisége a kőzetnemtől és a hegyoldalak lejtősségétől függ. Minél meredekebben vannak a rétegek feltornyosítva, minél hasogatottabbak és málékonyabbak a kőzetek, annál fantasztikusabbá válik a szirtek és ormok alakja.

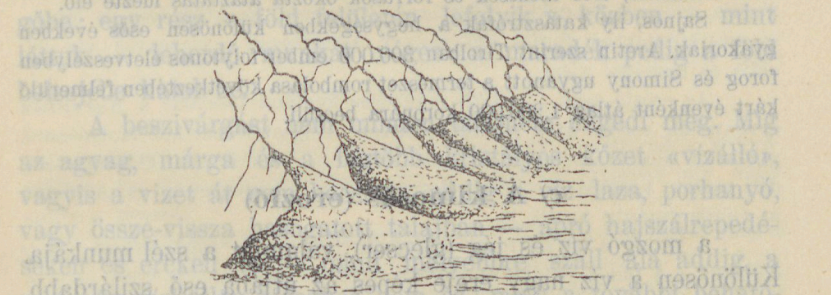
Néhol, mint a Pyrenák csúcsainak legnagyobb részénél hatalmas kőtömbök «sziklatengereket» alkotnak, a Cseherdőben a Königstein tetején romba dőlő gránit-oszlopokat találunk, (lásd 27. ábra) míg a Glärnisch

hegység (Svájci-Alpok) oldalain a különböző keménységű rétegek lehordott anyaga málladék terraszokat, lépcsőket alkotott. A kép mindenütt más és szüntelenül változó.

Meredek hegyoldalak tövében, vagy saját súlyuk következtében lehullott, vagy a széltől lehordott törmelékekből igen rövid idő alatt hatalmas *omladékkupok* halmozódnak fel igen meredeken (30—40°) s néha oly lazán, hogy a tömeg



27. ábra. Königstein.



28. ábra. Hordalékalmok.

a rálépő ember lábai alatt gördülésnek indul. Lavinák és hegyi patakok hasonló, de csekélyebb esésű *hordalékalmokat* gyűjtenek össze (lásd 28. ábra).

Hosszas esőzések folyamán a rohanó sebességű árra növekvő hegyi patakok óriás mennyiségű iszap- és omladékanyaggal árasztják el a völgy fenekét. Ried mellett a felső Inn völgyében 1874 és 1875-ben a vizek összesen 320.000 kbm. törmelékét hordták össze.

Ha valamely hegytől nagyobb kőzet- vagy földtömegek hirtelen elválnak és a völgybe lesiklanak, akkor *földcsuszamlások*, *hegyomlások* vagy *sziklarogyások* keletkeznek, melyeknek oka a talapzat elvesztése. Előfordulnak tehát, ha a folyóvíz a lágy partszegélyt megmardossa, ha a tenger hullámvérése a meredek partot alámossa, vagy ha lazább, az elmállásnak gyorsabban áldozatul eső rétegek alkotják az illető kőzettömeget támasztékát s az alap a tetőzet súlyát már nem bírja el. (Bányaszerencsétlenségek).

Földcsuszamlások keletkeznek gyakran azon okból is, hogy lejtős agyagrétegen nyugvó nagyobb földtömegek tartós esőzés következtében teljesen átázik s így súlyában megnövekedve, az alapot képező agyagnak a lehátolt víz által nedvessé és sikamlóssá lett felületén állékonyságát elveszti és a völgybe csuszamlik.

A néha hosszú időn át előkészülő csuszamlások és rogyások közvetetlen indító okai a földrengések is.

Ez volt az oka 1662-ben a Magas-Tátra-beli nagyszalóki csúcs összeomlásának, mely ez által 300 m.-el alacsonyabbá lett, valamint a «Villacher-Alpe» déli oldala lezuhanásának (1348 január 25.), mely 13 falut temetett el.

A Rossberg csuszamlását 1806 szeptember 2-án, melynek négy falu esett áldozatul, erős esőzések és források okozta átáztatás idézte elő.

Sajnos, ily katasztrófák a hegyvidékekben különösen esős években gyakoriak. Aretin szerint Tirolban 300.000 ember folytonos életveszélyben forog és Simony ugyanott a természet rombolása következtében felmerülő kárt évenként átlag 1,200.000 koronára becsüli.

c) A kimosás (erozió)

a mozgó víz és jég (glecser), valamint a szél munkája. Különösen a víz nagy ereje képes az útjába eső szilárdabb, vagy lazább talajrészecskéket magával ragadni; ezek azután az ő reszelő, csiszoló, koptató eszközeivé válnak, melyek segítségével az útközben talált kőzeteket marja és pusztítja.

Az eddig felsoroltakból kiviláglik, hogy az elmállás a kőzeteket meglazítja, a denudáció lehordja, az erozió pedig felkapja és elviszi. A két utóbbi tevékenység egymással szoros kapcsolatban áll, mert míg az *elmállás termékei helyben maradnak*, a denudáció, valamint az erozió *tovaszállító*

folyamat, úgy hogy a kettő sokszor összeesik és együttesen érvényesül.

Ha a tovaszállító erő — víz, szél —, a magával sodort anyagokat már nem bírja el, a *lerakódás (szedimentáció)* folyamata áll be. Ez a rombolásnak ellentéte: építés.

Mind a víz és jég, mind a szél erodáló és lerakó tevékenységét, könnyebb áttekintés okából külön-külön fogjuk szemügyre venni, figyelemre méltatva ezen erők kútforrását és indító okait is.

d) A talajvíz.

A levegőben pára alakban állandóan jelen levő víznek túlnyomó része a tengerek óriási víztömegéből párolgás útján jut a légkörbe. A szelek a párákat elkapják s messze a tengertől távol eső vidékekre is elhordják, hol azok felhókká sűrűsödve eső, vagy hó alakjában aláhullanak. Joggal nevezzük tehát a tengert a szárazföldi vizek anyjának.

A lehulló csapadék egy része ismét elpárolog és vagy közvetlenül a Föld felszínéről, vagy a növények gyökerei által felszivtatván, leveleik kilehellése által jut vissza a levegőbe; egy rész a föld felületén lefolyik s közben — mint láttuk — lehordó munkát végez; a maradék pedig a föld belsejébe hatol be.

A beszivárgást nem minden talajnem engedi meg. Míg az agyag, márga és a legtöbb kristályos kőzet «vízálló», vagyis a vizet át nem bocsátja, addig a víz laza, porhanyó, vagy össze-vissza hasogatott talajban — apró hajszálrepedéseken és ereken át — mind mélyebbre száll alá addig, amíg egy vízhatlan réteghez nem ér, mely a további behatolásnak gátat vet.

A víz földalatti szereplése az öt átbocsátó kőzetek összetétele szerint igen különböző.

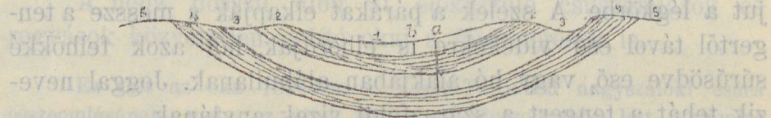
a) *Laza és porhanyós talaj* magába szívja a vizet, mint a szivacs és alsóbb részeiben a vízálló réteg fölött mind jobban átázik. A talajvíz itt, ha a vízálló réteg vízszintes, szétterül, mintegy tavat alkot, míg ha lejtős a réteg, a víz az esés irányában lassan lefelé folyik. Ez utóbbi esetben gyakran több talajvízszint találunk egymás felett, melyeket víz

álló rétegek választanak el. A 29. ábra medenczejében nemesak az 1., hanem a 3. réteg is fog fel talajvizet, mert habár *a*-nál mélyen alant fekszik, más helyeken a talaj felszínéig nyomul s ott maga is vesz fel csapadékot.

A felső talajvízlepcső (1) táplálja *közönséges kutainkat*, az alsó réteg vizéhez pedig (lásd a következő fejezetet is) *artézi kutak* fúrása által jutunk. (Észak-Franciaország Artois grófságában fúrták az első ilyenmő kutakat; innen származik nevük.)

A kutak víztükreinek magassága évszaktól-évszakra és évről-évre változik. Az ingadozások különösen két tényezőtől függnnek, úgymint: a csapadék mennyiségétől és a párolgás arányától.

β) *Széthasogatott talajban* a víz földalatti vándorlása közben egészen más tevékenységet fejt ki. Itt is addig hatol ugyan le a mélybe, míg egy összefüggő vizálló réteg útját nem állja; de a helyett, hogy szétterülne és átáztatná a talajt, mint a laza földnemekben, a repedéseket és réteghézagokat csatornáknak használja fel és azokat — kimosó,



29. ábra. Medence két talajvízréteggel (1 és 3) és két vizet át nem bocsátó réteggel (2 és 4)
a = artézi kút, *b* = közönséges kút.

erodáló hatását érvényesítve — mechanikai és vegyi úton szüntelenül tágítja, szélesíti, üregekké és barlangokká mossa. Ez különösen só, gipsz- és mészkőzetekben fordul elő, melyek alkotórészeit a szénsavas víz feloldja és magával viszi.

Az erózió ezen földalatti működése leghatalmasabban a *Karsztban* érvényesül, vagyis azon mészhegységben, mely az Isonzo középfolysának vidékétől Görög-Gradiskán, Krajnán, Isztrián, Dalmácián, Horvátország déli részén, továbbá Bosznián, Hercegovinán, Montenegrón és Albánián át Görögorszáig nyúlik le.

A lényeges itt az, hogy a kimosás főképen a *föld felülete alatt* dolgozik s a talajt rendkívül széthasogatja és átlyukasztja.

A messze szétágazó üregek tényleg nem egyebek földalatti völgyeknél, melyekben folyók, tavak, vízesések vannak, s szűkületek, tágulatokkal épügy váltakoznak, mint a földfelettiéknél; számos főbarlangba pedig mellékbarlangok torkolnak, miként a fővölgybe az ő mellék völgyei.

A barlangok egyszersmind újabb képződmények színhelyei is. A folyóvíz kovát és agyagot rak le bennük, a boltozaton átszivárgó csapadék pedig — mészhegységekben — a «cseppkövet» alkotja. A csapadék ugyanis az útjában magával vitt meszet elpárolgása közben csöppenként részint a barlang tetőzetére rakja le, részint a fenékre csepegteti alá (lásd 30. ábra); a lelógó (stalaktit) cseppkőcsövek az alulról felfelé kép-

ződő (stalagmit) tornyokkal zavartalan gyarapodás folytán végül oszlopokká egyesülnek. Ehhez járulnak még azon szivacsalakú képződmények, melyeket az üregek oldalfalain átszivárgó csapadékvíz rak le, úgy, hogy a majd kemény, majd tü, doboz, vagy kúpalakú, karésűbb, vagy tömörebb cseppkőhalmazok összességükben esodás csipkéket, fodrokat, fátolokat, függönyöket és menyezeteket alkotnak.

A mésszel vegyülő ércoxidok gyakran a cseppkőkerget színesre festik, ahol azonban a méssz tiszta, ott a képződmény is teljesen tejfehér színű. Szapora gyarapodásnál a stalaktitok és stalagmitok végeleges összeáll-
érése által a legnagyobb barlangtör is megtelik és tiszta cseppkőanyagnáll



30. ábra. Cseppkőképződés.

azon gyönyörű mészkőfaj jön így létre, mely mint *alabastrom* a szobrászatban és építészeti díszítésben már a klasszikai ókorban oly nagy szerepet játszott.

Európában az 5800 m. hosszú aggteleki Baradla nagyságát még a krajnai adelsbergi 5500 m.-es cseppkőbarlang közelíti meg.

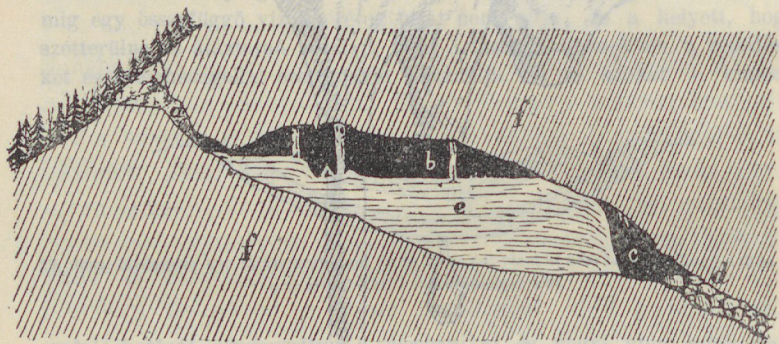
Megjegyzendő azonban, hogy mindkét barlangban vannak menetek, melyek fekvése átkutatva és pontosan meghatározva még nincsen.

Tetemesen felülmúlja azonban e két barlang hosszát az észak-amerikai Unió Kentucky államában levő Mammut-barlang, mely nem kevesebb, mint 203 kisebb-nagyobb üregeket összekötő folyosóból áll, melyek egész hossza 240 km.-t tesz, tehát nagyobb, mint a Budapest—Bécs közti távolság, valamint a Wyandott-barlang ugyancsak az Unió Indiana államában, mely 37.6 km. hosszú.

A *jégbarlangokban* a cseppkő helyét a jég foglalja el. Zsákbarlangok ezek, vagyis bejáratuk magasabban fekszik, mint a barlang belső ürege. Ebben a tél nehéz, hideg levegője összegyűlik s minthogy lefolyása

nincsen, a tavasz és nyár enyhébb levegője sem tudja onan kiszorítani. A dobsinai jégbarlang a legismertebbek közé tartozik, belsejének képét a 31. ábra mutatja.

A Karszt némely folyója sohasem jön a felszínre és láthatatlanul torkol a tengerbe, a legtöbb folyó azonban részben földalatti, részben földfölötti völgyben folyik. Ismert példa erre a Laibach folyó (32. ábra), mely mint Poik ered, azután Adelsbergnél a híres barlangba fut be, később mint Unz ismét a felszínre ér, de megint eltűnik, míg végre Laibach név alatt a felsőkrajnai völgymedence területére lép s végleg a felületen maradva, a Szávába torkol. Folyásának egész hossza 85 km., ebből 20 km.-t a föld alatt halad; számos mellékfolyója is hasonlóan változtatja medrének szintjét.



31. ábra. A dobsinai jégbarlang metszete Krenner után.

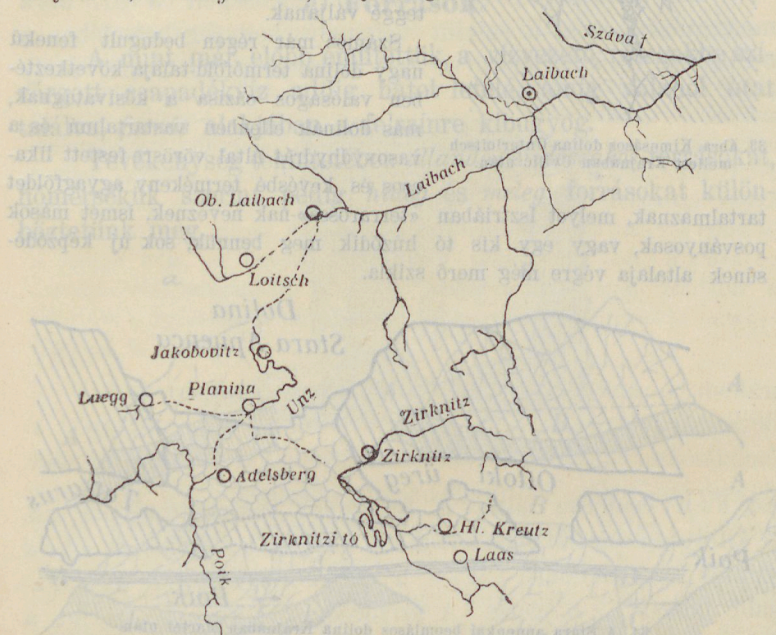
a = bejárat, *b* = felső üreg az u. n. jégterem a 3 jégoszloppal, a jégsátorral és a jégdombba
c = alsó üreg a jégtornáccsal, *d* = kőtömbökkel telt sikátor, (víz-levezetés), *e* = a nagy
rétegzett jégtömeg, *f* = mészsíkla.

A Karsztnak nevezetességei közé tartoznak azon tágas, zárt teknőalakú termékeny völgymedencék is, melyeket a Boszniában divatos «*polje*» (mező) néven ismerünk. Talajkérjük összetétele arra vall, hogy kiszáradt tavak. A vetődések és eltolódások által annyira széthasogatott hegyek tövében ugyanis a görelylyel borított szakadékokból és lyukakból kibugyogó víz medencéjüket különösen nagy esőzésekkor, valamint a hóolvadás után tetemesen megtöltötte. A Karszt földalatti csatornái, mint természetes szívócsövek, a tavak vizének egy részét levezették ugyan, de egészen csak akkor száradtak ki, midőn valamely tektonikus zavar a vizeknek más utat nyitott s a tó medre víztartalmától megszabadult. A szétmorzsolts hordalékanyagokkal telt mederfenék ettől fogva a művelés színhelyévé vált s ma áldásos oázisa a kietlen sziklatömeg körülszomszédjainak.

Némely polje legmélyebb részében még most is lefolyás nélküli tavak húzódnak meg, pl. a janinai medencében Epirusban és a vranai-ban Cherso szigetén; mások csak időközönként telnek meg vízzel, pl. a zirkniczi tó környéke Krajnában.

A polje nagysága különböző; számosan közülök sok száz km²-nyi területet foglalnak el. Az pedig, hogy egy vagy több folyó öntözi-e lapályukat, vagy hogy egészen szárazok, a hajdani tófenék alakulásától, a szívócsövek eloszlásától és a szomszédos barlangok közötti viszonytól függ. A zirkniczi és planinai polje például a Laibach vízterületéhez tartoznak. (32. ábra.)

A Karszt különlegességei még azon katlan vagy tölesér alakú mélyedések, *karsztlyukak* is, melyek leginkább a szlovén eredetű *dolina*



32. ábra. A Laibach folyó területe Krajnában Urbas után.

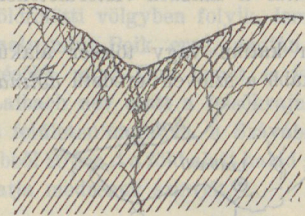
— = földfeletti, - - - = földalatti folyószakaszok.

elnevezésen ismeretesek. Nemesak a karsztplatók felületén, hanem a hegyek lejtőin is hol egyenként, hol csoportokban fordulnak elő, s gyakran oly sűrűn vannak egymás mellett, (1 km²-re sokszor 40—50 is esik), hogy az egész vidék a távol szemlélőnek úgy tűnik fel, mintha himlőhelyes volna. Alakjukra nézve vagy köralakuak, vagy szabálytalan szegélyűek, mélységük 1 és 20 m. között, átmérőjük pedig 10 és 150 m. között váltakozik. Egyes dolinaóriásokra is akadtak ugyan, melyek átmérője az 500 m.-t, mélységük pedig az 50 m.-t is meghaladja, de ezek inkább csak kivétel-számba mennek.

Képződésük tekintetében *kimosásból és beomlásból származó dolinákat* különböztetünk meg.

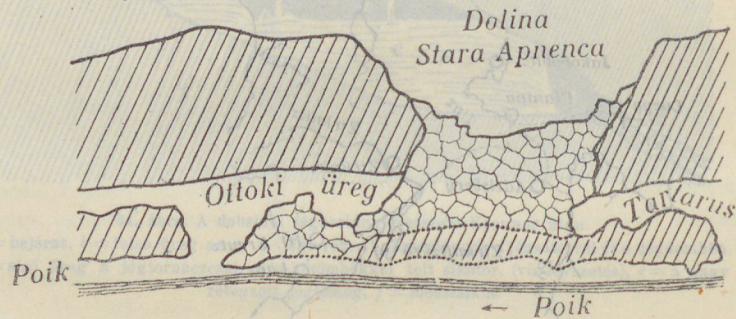
Az elsők a mészkő vegyi kimosása által oly helyeken keletkeztek, hol számtalan, leginkább függélyes hajszálrepedés vezetett a talaj belsejébe

(Lásd 33. ábra.) A beszivárgó víz a vegyileg feloldott anyagot ezen apró hasadékokon át levitte a mélybe s mind nagyobb gödröt — dolinát — vájt magának. Idővel a kőzet hajszálrepedéseit a talajnak vegyileg nem oldható földnemei betömtek s a dolina továbbképződésének gátat vetve, alkalmat szolgáltatott arra, hogy az el-mállásnak a dolina fenekére lehordott termékei ott összegyűljenek s idővel többé-kevésbé vastag termékeny humusz-réteggé váljanak.



33. ábra. Kimosás dolina Unterloitsch mellett Krajnában Cvijić után.

Számos már régen bedugult fenekű nagy dolina termőföld-talaja következtében valóságos oázisa a kősvatagnak, más dolinák ellenben vastartalmú és a vasoxydhydrát által vörösre festett lika-csos és kevésbé termékeny agyagföldet tartalmaznak, melyet Isztriában posványosak, vagy egy kis tó húzódik meg bennük, sok új képződésűnek altalaja végre még merő szikla.



34. A Stara apnenkai beomlásos dolina Krajnában Martel után.

A beomlásból származó dolinák a talaj felszíne alatt levő tágas üregek boltozatául szolgáló talajkéreg leroskadása által támadnak. Így az adelsbergi barlang Tartarus nevű ága (34. ábra) az ottoki üreggel régen te összefüggésben állott, a boltozat beomlása után azonban annak helyét a terjedelmes «Stara Apnenka dolina» foglalta el.



35. ábra. A sziklabordák metszete.

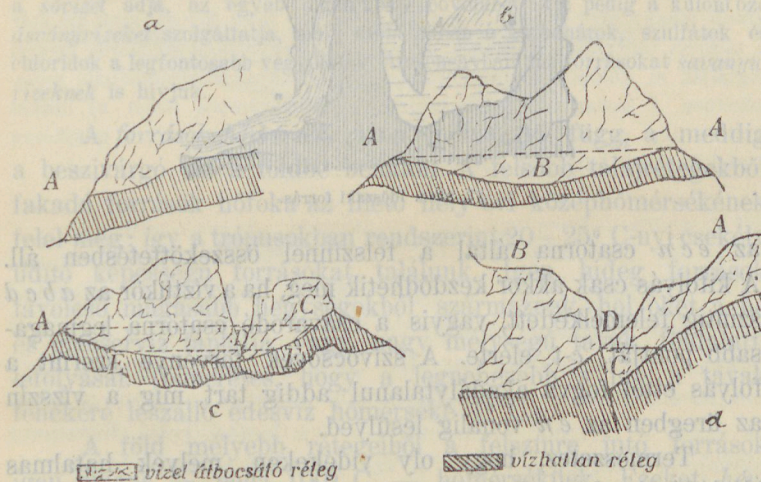
Ugyancsak a vegyi erózió hozta létre a mész- és dolomit-Alpokban a Karsztban jól ismert éles «sziklabordákat» is (Karren, Schratzen); ezek a kopár mészkőplatóknak sík, vagy csekély esésű felületén sokszor nagy térséget foglalnak el.

A hóolvadás és az esőzések vize itt gödrök helyett számos hosszú és egymással párhuzamos, nem ritkán 4–10 m. mély árkokat ásott, melyeket késpengeelű sziklataréjok választanak el egymástól. (35. ábra.) Áthatolásuk gyakran majdnem lehetetlen. Legismeretesebb a Silberalp, Karrenalp Svájcban, valamint az isztró-dalmáciai karszt számos kietlen vad mészfensíkja.

e) Források.

A mint már előbb említettük, a vízvezető rétegekbe szivárgott csapadékvíz addig hatol lefelé, amíg valahol utat találva, forrás alakjában a felszínre kibugyog.

Tevékenység tekintetében állandó és időszakos forrásokat, hőmérsékük szerint pedig hideg és meleg forrásokat különböztetünk meg.



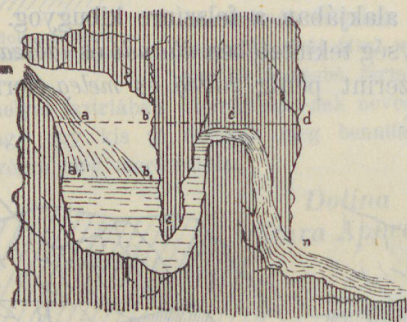
36. ábra. Forrásképződés.

Az állandó források ismét a vízátbocsátó és vízfogó rétegek fekvéséhez képest lejtő, átbukó, hasadék és vetődéses források lehetnek.

A 36. a) ábra a forrásfakadás legegyszerűbb példája. Itt a víz a vízálló réteg mentén lefelé csurog és A-nál mint lejtő forrás kibugyog. A 36. b) ábrában a vízfogó réteg tekno, a melynek legmélyebb pontja A-nál van. A csapadék a teknoében addig gyarapszik, míg annak A—A szintben fekvő szélein átbukva, alkalmas réseken át előtör. A forrásfakadás hasonló rétegalakulás mellett még másként is bekövetkezhetik, ha (36. c) ábra) valamely hasadék az A—C vonal alá az E—F szintig hatol. Amint a talajvíz tükre D-ig emelkedett, mint hasadékforrás kiesurog.

A források ezen neméhez sorolhatjuk az *artézi kutakat* is, csak hogy itt a hasadékot mesterségesen fúrják le, még pedig nem a felső, hanem valamelyik mélyebben fekvő talajvízlépcsőbe. (L. 29. ábrát is.) Végül a vetődéses forrás származását úgy magyarázhatjuk, hogy ha hegytömegek eltolódásánál az *A D* hegydarab a *B D*-vel szemben lecsúszott, a *C*-nél összegyülemelő víznek itt addig kell emelkednie, míg *D*-nél a felszínt el nem érve kiömölhet. (36. *d*) ábra.)

Az *időszakos források* fizikai jelenségeit a 37. ábra magyarázza meg. E szerint valamely hegység belsejében a csapadék az *m* nyíláson át egy üregben gyűlik össze, mely



37. ábra. Időszaki forrás.

az *ecn* csatorna által a felszínnel összeköttetésben áll. A kifolyás csak akkor kezdődhetik meg, ha a víztükör az *abcd* szintig felemelkedett, vagyis a csavarodó csatorna legmagasabb pontját, *c*-t elérte. A szívócsövek törvénye szerint a folyás ettől fogva akadálytalanul addig tart, míg a vízszin az üregben az *en* vonalig lesüllyed.

Természetes, hogy oly vidékeken, melyek hatalmas eltolódásoknak, csuszamlásoknak, vetődéseknek voltak alávetve, hol tehát a talajvíz a hasadékok messzé szétágazó hálózatán keresztül kénytelen magának utat keresni, a forrás-fakadás körülményei az eddig felsorolt egyszerű módoknál sokkal bonyolultabbakká válnak.

A források *vízbősége* épúgy, mint a talajvízé, a csapadék mennyiségétől függ. Sok eső után a források vize is több, sőt az is megesik, hogy különben száraz nyílásokból bugyog ki a víz; (a lakosság «*ínség kutaknak*» nevezi őket, mert rendszeren rossz aratást jelentenek); másrésről azonban nem

ritka eset, hogy hosszú szárazság után sok forrás elapad. Olyan vidékeken, hol csak az év bizonyos szakaiban van esőzés, a források is időszakosak. Általában azt mondhatjuk, hogy minél nagyobb valamely helynek forrásterülete, azaz minél hosszabb utat halad meg a víz a kibugyogás helyéig a föld alatt, annál függetlenebb a forrás *vízbősége* az illető vidék éghajlatától és csapadékmennyiségétől.

A csapadék tovahaladtában a földszin talajkérgének szétbomló anyagaiból több-kevesebb szénsavat vesz fel s ezáltal képessé válik arra, hogy vándorlása közben az előtalált kőzetrétegeket oldhatóságuk szerint vagyileg kimossa és ásványi alkatrészeit tovább szállítsa. Oldhatóság szempontjából különösen a mésztartalmú víz a főszerepet s az olyan vizet, amely nagyobb mennyiségben tartalmaz mésztartalmú és magnéziumtartalmú (források) *kemény vizet*, míg ellenben az ily sók nélkül szűkölködő vizet (folyóvizek) *lágy vizet* nevezik. A konyhasórétegeken áthatoló csapadék a *sóvizet* adja, az egyéb oldatokban bővelkedő víz pedig a különböző *ásványvizet* szolgáltatja, mely utóbbiakban a karbonátok, szulfátok és kloridok a legfontosabb vegyületek. A szénsavban dús forrásokat *savanyúvizeknek* is hívjuk.

A források *hőmérséke* azon mélységtől függ, a meddig a beszivárgó víz a földbe behatolt. A felsőbb talajrétegekből fakadó források hőfoka az illető hely évi középhőmérsékének felel meg; így a trópusokban rendszerint 20–25° C-nyi csekély üdítő képességű forrásokat találunk. Igen hideg források távolos magasabb hegységekből származnak, hol őket a hó és glecservíz táplálja, vagy nagy mélységű tavak földalatti lefolyásai. (Ismeretes, hogy a legnehezebb s így a tavak fenekére leszálló édesvíz hőmérséke 4° C.)

A föld mélyebb rétegeiből a felszínre jutó források igen magas — néha 100° C — hőmérsékűek. Ezeket *hév-
vizeknek* vagy *hőforrásoknak* hívjuk. Eredetük — mint már említettük — sokszor a vulkanizmussal függ össze s mint-hogy kőzetoldó képességük hőfokukkal nő, sokan közülök vegyi alkatrészeiknek az emberi szervezetre való hatásánál fogva mint *gyógyforrások* nagy jelentőséggel bírnak.

80°-nál forróbb vizet öntenek: a lipari szigetek fürdői (97–100°), a Gurgitelló Ischia szigetén (90°), Pozzuoli mellett a Nerofürdők (86°) és Pisciarelli (84°) stb. Közép-Európa leghíresebb hőforrásai: Burtscheid, Aachentől délkeletre (78°), Karlsbad (74°), Gastein (71.5°), Wiesbaden (69°), Baden-Baden (67°), hazánkban a budapesti városligeti artézi kút (73.8°),

a budai (61°), Lipik (64°), Harkány (62°), Pöstyén (63—57°), Herkulesfürdő (56—37°), Szklenó (52—30°), Alsó-Stubnya (44°) és még számos más.

Földalatti zavarok, esuszamlások, földrengések stb. a hévizek hőmérsékét gyakran teljesen megváltoztatják, a mennyiben mélyebb hasadékokat kinyitnak, másokat pedig elzárnak. Így a lissaboni földrengés (1755), a Pyrenäk Bagnères de Luchon-i «királyné» forrásának hőmérsékét 8°-ról 50°-ra emelte, míg az 1660-iki földrengés a Bagnères di Bigorre-i hévizeket hideg forrásokká változtatta át.

Teljesen forró 100°-os vizü források kizárólag vulkanikus vidékeken találhatók; vizük sokszor részben, vagy egészen gőzzé válik, pl. a Soffioni forrása Toscanában. A legérdekesebb ilyenü időszakos szökő források a *geyzirek*, melyeknek lényegéről és kovás lerakodmánykúpjaikról már a 9. fejezetben volt szó.

A forrásvíz vegyileg oldó hatása a talaj rétegeiből apránként rendkívüli mennyiségű anyagot szállít a felszínre. Ezek helyét, mint azt már a talajvíz tárgyalásánál láttuk, mindinkább nagyobbodó földalatti üregek foglalják el, különösen sótelepekben és a könnyen megtámadható mészközetben. A barlangboltozatok beomlása a víz számára ismét új utakat nyit, s így a talajvíz és a források erodáló tevékenysége a talajkéreg átalakításának hatalmas tényezőjévé válik.

f) A folyóvíz mozgása.

Az esőből, hóból és jégből, vagy a forrásokból származó víz a föld felületén megteendő útjára indulva, apró kis csurgókat váj magának. Sok ily pieziny vízer egyesüléséből keletkezik előbb a csermely, ebből a patak, azután a folyó és végül a folyam. Valamennyi — a benne rejlő hatalmas eleven erő segítségével — a szárazföldek alakjának módosítására, a szilárd kéreg lehordására törekszik, s mindannyinak végeztelje a földfelület legmélyebb pontja, a tenger, habár ezt sokan el nem érik.

Az olyan vidékeken, hol kevés eső jár, sok folyónak oly csekély a vize, hogy rövid útjában csakhamar kimerül, s így gyors véget ér. Néha egy lefolyás nélküli tóba torkol, máskor vize a talajba szivárog be, vagy a Nap hűvétől felemésztve elpárolog, nyomtalanul eltűnik. Csak oly nagyobb folyamok, — például a Nilus, vagy a Tigris és Eufkrat, — melyeknek forrásvidéke valamely csapadékdús övben fekszik, vagy melyeket a hófedte magas hegységek olvadó vize táplál, hatolnak még pusztaságokon és sivatagokon keresztül is győzelmesen a tengerig.

Az óceánba eljutó víztömeget Woeikow másodpercenként 600,000 köbméterre becsüli.

A folyók kimosó ereje ama szakadatlan lökésben nyilvánul, melyet vizük az általuk érintett talajra gyakorol; a hatás nagysága első sorban a *víz tömegétől* és a *mozgás sebességétől* függ. A zuhatagok merőlegesen lebukó vize a legnagyobb erodáló hatással bír.

A *folyó esését* a mederfenék lejtősödése adja meg. Adott esetben ezt legkönnyebben úgy fejezhetjük ki, hogy két — egymástól 1 km távolságra levő — völgypontnak magasságkülönbségét megmérjük s az eredményszámot az illető folyószakasz esésének nevezzük, az 1 km-nyi egységre vonatkoztatva. A magas hegységek folyóinak esése nem ritkán 5 sőt 10 m is (1 km-re), a lapály folyói ellenben csak 0.10—0.05 vagy még csekélyebb esésűek. A folyók hajózhatósága már 0.15 m-nyi esésnél véget ér.



38. ábra. A folyam keresztmetszetében egyenlő folyássebességgel bíró vonalak. 4 = a víz sodra.

A folyás *sebessége* nemcsak az esés nagyságától, hanem a víz tömegétől és ennek a mederhez való viszonyától is függ; ez utóbbi ugyanis a vízeseppek haladására a súrlódás következtében bizonyos ellenállást gyakorol. Könnyen megérthető, hogy a nagyobb víztömeg ezen ellenállást könnyebben győzi le, mint a kisebb, valamint hogy a súrlódás széles és sekély mederben tetemesebb, mint keskeny, de mély folyamágóban. A folyás sebessége ez okból a folyó közepétől a partok felé és felülről a fenék felé mindinkább kisebbedik.

Azon vonalat, mely a legnagyobb folyás-gyorsaságú pontokat egymással összeköti, a *víz sodrának* nevezzük. Ez rendszerint a mederfenék legmélyebb része, a *völgyvonal* fölött van, de nem a víz felszínén, hanem — a levegő súrlódó ellenállása következtében — valamivel a víz tükre alatt. (Lásd 38. ábra.)

Nagyvízkor a folyás meggyorsul, mert a nagyobb víztömeg távolabb van az akadályozó mederfenéktől, s ugyanezen eset áll be akkor is, ha a folyó egy szűk völgyzszorulatba lép.

A sebesség ezen eloszlásából magyarázható ki az is, hogy a folyók felszíne nem sík, hanem nagyvízkor a rohanó ár közepén kidomborodik, mert oda tódul a legtöbb víz. Az apadás bekövetkeztével a folyó közepén a víz gyorsabban szalad s a domborulatot homorulat váltja fel, míg a rendes folyásviszonyok helyreálltával a víztükör a vízszintes sík fölött

ismét kissé kidomborul. Ezen változások a Mississippinél olykor 2 m-t tesznek.

A folyás sebességét egy úszó golyó segítségével határozzuk meg, melyet a víz sodrába vetünk s aztán megfigyeljük, mily utat tesz az meg bizonyos idő alatt. Nagyobb pontosság elérése céljából a vízsebesség megmérése ma számos különböző szerkezetű *tachometer*, *hydrometer* stb. áll rendelkezésre.

A mélyföldi folyók sebessége ritkán nagyobb 0.3–0.5 m-nél másodpercenként, míg a hegyekből eredő nagyobb vizek közepfolyásukban 1–2 m; (a Rajnáé például Strassburgnál 1.5 m, a Dunáé Bécsnél kis vizállásnál 1.3–1.6 m); nagyvízkor a folyás gyorsasága az esési viszonyok szerint a rendes sebességnek kétszeresévé, sőt háromszorosává is felnövekedik. A hegyi patakok néha 10–12 m sebességgel rohannak tova.

A *folyók vízbősége* első sorban a csapadék mennyiségétől függ s évszakonként, de *évenként* is változó. A magasabb szélességi fokok alatt a hóolvadás, a forró égőv vidékein pedig az esős évszak és az esőt hozó időszak monzun-szelek dagasztják meg a vizeket, míg a szárazság idejében számos folyó teljesen kiapad. Az ily időszakos vizeket Olaszországban *fiumarák*-nak nevezik. A vízmennyiség legállandóbb azon folyóknál, melyek tavak lefolyásai, valamint azoknál, melyeket hómezők és glecserek táplálnak. A tavak ugyanis olyan víztartók, medenczék, melyek a lefolyást szabályozzák, a glecserek pedig nyáron is, — mikor eső nincsen, — állandóan táplálják a folyót.

Az éppen felsoroltakból kitetszik, hogy a csapadékon kívül a folyók vízbősége még a forrás vidékének kiterjedt voltától, vagyis a folyó vízgyűjtő területének nagyságától, továbbá az elpárolgás tekintetében az éghajlattól, végül még a talaj átbocsátó képességétől és termőképességétől, azaz attól is függ, hogy a szilárd szikla-közetek mennyi vizet kényszerítenek arra, hogy a felszínen keressen lefolyást, illetve mennyi növényzet borítja a vízgyűjtő területet, mely tetemes mennyiségű vizet képes magába szívni.

A Loire folyó legkisebb víztömege a legnagyobbhoz úgy aránylik, mint 1 : 312.4-hez. Ezen óriási ellentét egyedül a Loire folyamterületének folytonos erdőirtásaira vezethető vissza, mert az erdőtalaj sokkal több csapadékot szív magába, mint a nyílt rét és mező. A fairtás tehát a feltétlenül lefolyó víz tömegét növeli, a források számát ellenben csökkenti. Ennélfogva tetemes esőzések után az ily folyók hatalmasan megdagadnak, míg a kis víz idejében a gyér források csak csekély táplálékot nyújtanak.

A legegyszerűsebb vízmennyisége a folyamok óriásának, az Amazonnak van, mert az egyenlítő mentén nyugatról keletre haladó főfolyó övében nem mulik el hónap erős esőzések nélkül, mellékfolyói közül pedig — a tropikus esők váltakozása szerint — hol az északiak, hol a déliek telnek meg vízzel s táplálják a főfolyamot.

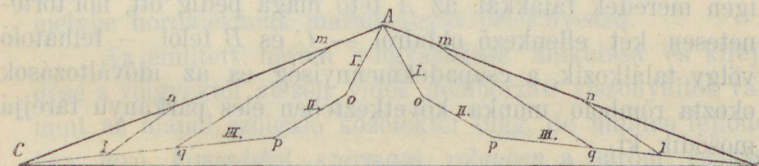
A változó esők területein a folyók vízállása is állandóan változó. Ausztrália belsejében az ugynevezett «Creeks» rendszeren összefüggés nélküli tavak, melyek csak hosszas esőzések után egyesülnek folyókká. 1817 és 1870-ben Ausztrália két legnagyobb folyója a Murray és a Darling óriási tavakká szélesültek ki s hónapokig tartott, míg a nagyvíz lefolyt, száraz években ellenben számos mellékér csak ritkán jut el a főfolyóig, ezek tehát kiszáradnak s csak a tavak maradnak meg a mélyebb medenczékben.

Az olykor hatalmas *áradásokat* nemcsak heves esőzések, hirtelen hóolvadás, vagy a torlaszokká összehordott zajló jég idézik elő, hanem a vízfolyások orografiai akadályai is, melyek némely vidéknek, pl. a nagy magyar Alföldnek állandó földrajzi jelenségei. Szeged pusztulása 1879 márczius havában csak egy tagja a hasonló katasztrófák hosszas sorozatának, melyek legnagyobbbrészt a Duna vízének a Vaskapuban történő torlódására vezethetők vissza.

g) A folyók kimosása.

Völgyképződés.

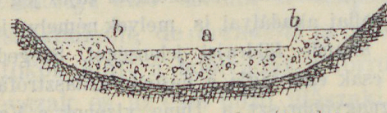
A földre hulló esőcseppek a felszín esése irányában valamire megindulva apró kis csurgókat vájnak maguknak és folyton mélyítik és szélesbítik ágyukat, mert a velük raga-

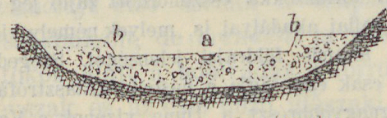


39. ábra. Völgyképződés.

dott szilárd szemcséket eszközül használva, medríket szüntelenül horrszolják, koptatják, csiszolják és tágítják. Amint a vizek patakokká egyesülnek, megkezdődik a völgyképződés folyamata, mely felfelé és lefelé is fejlődik, mert a víz mindkét irányban mind mélyebbre vájja be magát a talajba.

A 39. ábrában a lefolyó víz az A B lejtő mentén halad; n-nél számos vízer egyesül és rohanó sebességű patakká növekszik, mely mindinkább beásva magát, az n l árkot alkotja.

Ezen úgynevezett *hegyi szakaszban* a víz kimosó munkája a legerősebb és legpusztítóbb, mert a nagy esés okozta eleven erejével ezen a szakaszon szedi össze romboló görgeteg anyagának legnagyobb részét. A völgy metszete itt ∇ ilyen alakú. l -nél a víz majdnem a lejtő lábához ér, e ponttól tehát az esés csekélyebb, az erodáló erő gyengébb, a lehorodást felülmúlja a lerakódás, a kimosó hatás főképen csak áradások alkalmával érvényesül és inkább a völgy kiszélesítésében mint mélyítésében nyilvánul. Ezen *l B völgyszakasz* alakja  ilyen. A folyó itt rendes medrén kívül nagyvízkor egy második, magasabban fekvő és széle-



40. ábra. Rendes meder, ármeder.

sebb ármedret és *árterületet* — bb 40. ábra — vág ki magának a lerakodmány anyagában, melyet csak árvízkor borít el a víz.

A haladó völgyalakulás következtében a völgyszakasz q -ig (39. ábra), a hegyi szakasz pedig m -ig hosszabbodik meg hátrafelé, végül pedig az A csúcs közelébe hatol fel. Itt egy tölesér-, vagy teknőalakú völgyháttér AO képződik igen meredek falakkal, az A tető maga pedig ott, hol történetesen két ellenkező oldalról — C és B felől — felhatoló völgy találkozik, a csapadékmennyiség és az időváltozások okozta romboló munka következtében éles párkányú taréjjá mosódik ki.

A völgynek illetén megalakulása után, következő szakaszait különböztethetjük meg:

I. *A felső folyás* meredek oldalu völgykatlanból indul ki, hol mélyen bevájt sziklahasadékok és bennük vizesések találhatóak és gyakori hegyesuszamlások fordulnak elő. Itt gyűjti a víz görgelék-anyagának legnagyobb részét. A völgy lefelé mindinkább szűkül s egy keskeny torokba — mintegy a tölesér nyakává — szorul össze, hol a folyó hatalmas eséssel zuhatagokat és vízrohanatokat alkot s igen tetemes kimosó hatásánál fogva medrét mind mélyebbre vájja.

Az Alpok, Kárpátok s egyéb magas hegységek *hegyi patakjai* mind ily *szorulatokon* rohannak keresztül, nagyvíz alkalmával óriás görgelék-anyagukkal sokszor félelmetes pusztítást okozva. Tirolban ezen elemi csapások «Muren», «Murbrüche» elnevezés alatt ismeretesek.

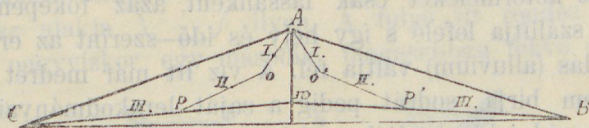
II. *A középfolyás szakaszában* az esés kisebbedtével a folyó anyagszállító képessége is csökkenvén, az eddig magával hozott görgelék súlyosabb részét lerakja. A kimosáshoz tehát ezen a szakaszon már lerakódás is járul, mert a víz a magával hozott anyag egy részét és a völgyoldalokról még belejutó kötormelékét csak lassanként, azaz főképen nagyvízkor szállítja lefelé s így hely és idő szerint az eroziót a lerakódás (alluvium) váltja fel. A víz itt már medrét mélyíteni sem bírja, sodrát pedig a saját lerakodmányai majd balra, majd jobbra tolják, a folyó tehát *kigyózásokat* alkot, s majd az egyik, majd a másik partját marja, úgy hogy azok bedőlnek és így a völgy mindinkább kiszélesül. Az eredmény: hordalékanyaggal telt völgyfenék.

III. *Az alsó folyásban* a lerakódás a kimosást felülmúlja. A folyó medrét feltölti, ha megárad kiönt, apadáskor az árterületen lerakja anyagát s így a saját hordalékán keresztül vándorol ide-oda, szüntelen feltöltve és kiszélesítve ágyát. A kigyózás helyett itt kavicszátonyok és torlások, homokszigetek és iszapolások a folyót inkább széttagolják, míg az a tengerhez, vagy valamely tóhoz nem ér, melybe hordalékának maradványát belesülyeszti.

Az említett három völgyszakasz alakulása és kifejlődése a völgyektől átszelt vidék domborzati viszonyaitól, valamint az alapul szolgáló kőzetektől függ, de minden fejlődésben levő *kimosásból származó völgyben* a három szakaszt többé-kevésbé határozottan megállapíthatjuk. Addig, míg az egyes völgyszakaszok egymással szög alatt érintkeznek, — mint o -nál és p -nél — azt mondjuk, hogy a völgy még nem kész, s azzá csak akkor lesz, ha a völgyvonal egy folytonos görbévé alakul, mely a felső és középfolyásban homorú, az alsó folyásban ellenben lapos, vagy domború felületű.

A völgyképződés folyamata véget ér, ha a völgy hátterét tevő hegyek csúcsai az örökös hó és jég határán felül emelkednek, mert ezen övben a folyóvíz mechanikai hatása

megszűnik. Ha azonban a vízváltó csúcs az örök hó határán alul van, akkor abban a nem ritka esetben, midőn a vizek az *A* hegygerinczet egy és ugyanazon ponton mindkét — *o* és *o'* — oldal felől marják (41. ábra), a lehordás és kimosás végeredménye abban nyilatkozik, hogy a két oldalról koptatott magas tető mindjobban bevésődik, míg végre a két felső völgyszakasz — *I.* és *II.* — eltűnik s a két völgy egygyé válik, vagy a kettő között a vízváltó nem a hatalmas *A* sziklataréj, hanem egy alacsony fensík — *w* — lesz.



41. ábra. Völgyfejlődés.

A vizek örök tevékenységű, a föld felszínét egyengető munkája a legnagyobb hegytömböket és a leghatalmasabb fensíkokat is összehasogatja, marja, pusztítja és leöblíti, míg végre a romokként megmaradt legmagasabb éles sziklacsúcsok és szirtek is áldozataul esnek.

Közép-Európa két legkifejlettebb hegyrendszerének, az Alpoknak és Kárpátoknak *harántvölgyei* a fejlődésben levő völgyek igen számos példáját mutatják, míg számos *hosszvölgy* eredő vidékének alacsony vízváltója a befejezett völgyképződés állapotát tünteti fel, midőn t. i. két ellentétes irányú hosszvölgy vizei az őket hajdan elváltató hegygerinczet már teljesen lemosták. A Dráva hatalmas hosszvölgye például a Pusterthalból ered Tirolban; ugyanez a Pusterthalból indul ki nyugat felé a Rienz völgye is, de a kettő közötti vízváltó a toblachi mezőn oly alacsony, hogy alig vehető észre. Ehhez hasonló a Rottenmannerthal alakulása, melyben a Liesing és Palten közötti vízváltó Wald mellett csak a vizek ellentétes irányából állapítható meg.

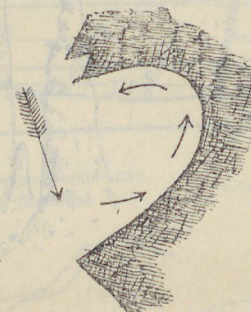
A harántvölgyek hátrafejlődése által okozott *teljes* kimosásai a völgyeket elváltató sziklatetőnek, ritkábbak ugyan, illetve kevésbé tökéletesek, mindazonáltal közlekedés szempontjából igen fontosak, mert a többé-kevésbé bevált völgyvonalak a hegység kietlen rengetegén keresztül a legalkalmasabb *átjárókat*, *hágókat*, *nyergeket* alkotják s így katonai szempontból is igen nagy jelentőségűek. Az Alpokban a Szt.-Gotthard a Reuss és a Tessin völgye között, a Brenner, a Sill és az Eisack között, a Birnlücke, Arlscharte, neumarkti nyereg stb., a Kárpátokban a Jablunka, Jordanov, Lupkov, Uzsok, Vereczke, körösmezei. Gyimes, Tölgyes és még igen sok más fontos hágó közvetíti a közlekedést a hegyláncolatokon át.

A fejlődésben levő völgyrészeket különösen jellemzik *szakadékok*, *hasadékok* és *szorulatok*, továbbá *vizesések*, *zuhatagok*, *sellők* és *vízrohanatok* s a meder egyenetlenségéből annak egyes helyein előálló *forgatagok* és *örvények*.

Ezen jelenségekben bővelkednek az Alpokban a gasteini Ach völgye, a Salzach Werfen és Golling között, az Enns a Gesäuse-ben stb., hazánkban pedig maga a nagy Duna képez az u. n. Vaskapu-áttörés keskenyebb részében a Kazán-szorosban, festői szépségű szűkületet, melyben a nagy folyam csak 117 m széles, hajózását pedig, a legutóbbi években foganatosított szabályozásig 6 sellő akadályozta meg. Ezenkívül a Vöröstorony és a bánfihunyadi szorosok, a tordai hasadék, úgyszintén a Zsil átvágása a Szurdok-szorulatban, valamint igen sok más folyó-áttörés a nem kész folyómedrüket még ma is egyengető völgyek példái.

Az ily völgyeszorulatokban a folyó kimosó tevékenysége könnyen megállapítható a merőleges, simára csiszolt sziklafalakon, valamint a bennük előforduló sokszor magasan a jelenlegi víztükör fölött levő fülkéken, melyeket a vizek valamely kiszögellő sziklaél okozta hátrakanyarodása vájt ki. (Lásd 42. ábra.)

Sokkal nagyobb szerű még a víz munkájának hatása az u. n. *Cañonokban*, melyekkel különösen Észak-Amerika nyugati fensíkjainak számos folyójánál találkozunk. Az erózió ezen kevés esőpásztázta vidékek vízszintesen

42. ábra. Fülkék keletkezése.
→ = a sodor iránya.

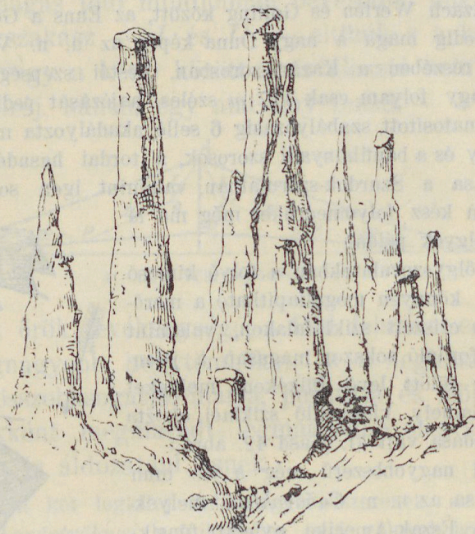
fekvő rétegeibe száz és száz kilométer hosszúságú óriási szakadékokat vájt be, melyeknek teljesen merőleges, vagy hatalmas lépcsőket alkotó oldalai 1000—1500 m magasságúak. A Colorado, a felső Missouri, a Rio grande del Norte, a Red River, Arkansas stb. egyes szakaszaikban mind ily óriás szorulatokon folynak át, de például monarchiánk határán a szép Elbe völgye a Szász-Svájczban sem egyéb kisebb méretű *Cañonnál*.

Ha az örvénylő víz a rohanó ártól huzelt görgelést, vagy egyes kötömböket valamely kiálló sziklaél mögött hosszabb ideig körben forgat, akkor azok a talajt mintegy kifúrják és sokszor igen mély *örvénylyukakat* vájnak, melyeket Skandináviában *óriás fazekaknak*, vagy *óriás katlanoknak*, a Salzach vidékén pedig *kemenczéknek* neveznek.

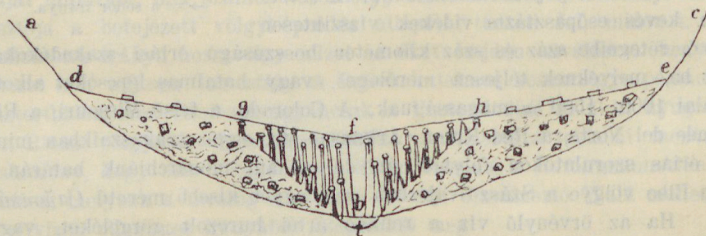
A tömör kőzetek ilyenmő alakulásaival szemben laza törmelékanyagban a csapadék földgúllakat, vagy *földoszlopokat* váj ki. A hordalék-tömegbe beagyazott, vagy annak felületén szétszórt egyes nagyobb kövek ugyanis talapatukat megvédik az eső ellen, úgy hogy a szomszédos talaj lemosása után egyes piramisok és oszlopok állva maradnak. Dél-Tirolban Botzen mellett ezerszámra találunk ilyen 8—30 m magas földtoronyokat; a legtöbbnek esücsán még ott fehérlik a kősapka,

mely az erózió ellen megoltalmazta. (43. ábra.) Az — I — völgyfenékben (44. ábra) az Eisack két mellékerének, a Finsterbachnak és Katzbachnak vize esörgedezik.

A völgyek keletkezésének és fejlődésük történetének leghitelesebb bizonyosságai a völgyoldalakra vájt *padkák* és



43. ábra. Földoszlopok kőlaptetővel.

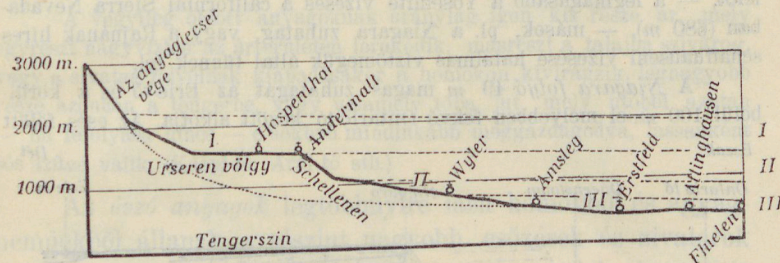


44. ábra. Metszet a földgúlák képződésének magyarázatához Lyell után.
abc = a porfirban kimosott eredeti völgy falai és fenéke. de = hajdani gleccser moréna anyagával kitöltött völgyvályú. gh = jelenlegi völgy a földgúlákkal.

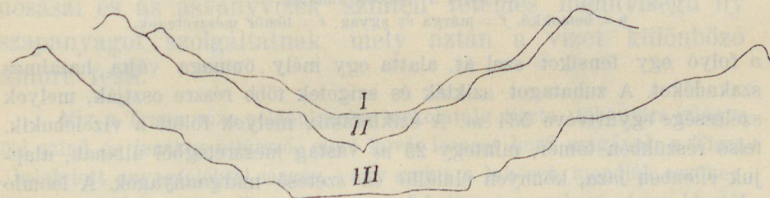
tereplépcsők, melyeket a víz kimosó ereje évszázadok folyamán hozott létre. Ezek azonban nem azok a *partlépcsők*, amelyek a kiáradt folyó nagyvízkor a saját lerakodmányába váj be (bb 40. ábra), hanem azon merő sziklába beásott padkák, melyek magasan a mai völgyteknő fölött, a folyó hajdani medrének emlékei.

A Reuss völgye például a svájci Alpokban (45. ábra) a még ma sem kész völgy példáját mutatja, mert középfolyásában főképpen a Schellen-szakadék hatalmas sarkot képez. Ezen völgynek három keresztmetszete — I a felső, II a közép, III az alsó folyásban (46. ábra) — a kimosás okozta tereplépcsőket tünteti fel. Látszik ebből, hogy a hatalmas erejű víz egyrészt miként mélyítette medrét, úgy, hogy lépcsőket vájt a sziklatalajba, másrészt miként koptatta a kimosó erő csökkenésével ezen lépcsőket mindkét oldalról mind szűkebbé.

Az elmállás, oldalpatakok görgelékanyaga, hordalékkúpok, hegyomlások és lavinák a keletkezett lépcsők lefaragásán szüntelenül tevékeny-



45. ábra. A Reuss völgyének hosszmetzete Supan után.
A magasságmérték a hossz mérték ötszöröse.



46. ábra. A Reuss völgyének keresztmetzetei Heim után.
I az Urseren völgyben, II Wylter közelében, III Erstfeldnél.

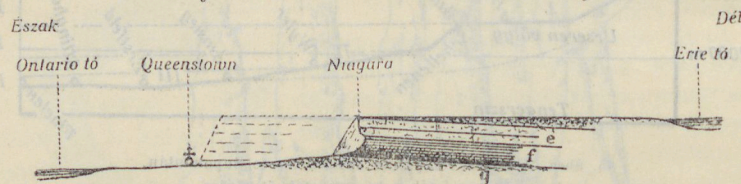
kedtek s így nem csodálkozhatunk azon, hogy számos esetben a régi völgypadkák nyomait csak a völgyoldalak egyes helyein találjuk fel, valamint, hogy a felső s így régebbi tereplépcsők elmosódottabbak, mint az alsó és fiatalabb padkák éles párkányai.

Mint már említettük, a merőlegesen eső víz kimosó hatása a legnagyobb. Ezt a hatalmas és festői szépségű *vizesések* tüneményében figyelhetjük meg. A lehulló víz az altalajt mindjobban kimarja, de egyszersmind hátrafelé is dolgozik, amennyiben sziklapárkányát mindinkább koptatja, lecsiszolja és lemorzsolja. A hatás nagysága a talajrétegek fekvésétől és a kőzetek szilárdságától függ. Kisebb-nagyobb idő múltán az esési szög mind kisebb lesz, úgy hogy az

egykor a sziklafal mentén egyetlen sugárban lezuhanó víz lépcsőket alkot és több részre — *zuhatagokra* — oszlik, melyek — ugyanazon folyamat ismétlődése által — *sellők* alakulnak, mikor azután a lejtő annyira kiegyengettetett, hogy a víz többé már nem esik, hanem nyílsebese rohan tova, akkor a vizesés történetének utolsó szakába, a *vízrohanat* stádiumába ér.

Egyes vizesések magasságuk folytán ragadják bámulatra a szemlélőt, — a legmagasabb a Yosemite vizesés a californiai Sierra Nevada-ban (680 m), — mások, pl. a Niagara zuhatag, vagy a Rajnának híres schaffhauseni vizesése hatalmas víztömegük által tűnnek fel.

A *Niagara folyó* 49 m magas zuhatagát az Erie-tó és a körülbelül 100 m-el mélyebben fekvő Ontario-tó között alkotja. Az esés fölött



47. ábra. A Niagara zuhatag.
g = homokkő, f = márga és agyag, e = tömör mészrétegek.

a folyó egy fensikot szel át, alatta egy mély önmaga vájta hatalmas szakadékot. A zuhatagot sziklák és szigetek több részre osztják, melyek szélessége együttvéve 534 m. A sziklafalak, melyek fölött a víz lebukik, felső részükben tömör, mintegy 25 m vastag mészrétegből állanak, alapjuk ellenben laza, könnyen elmálló és széteső márganyagok. A lemlő víz a mészpárányzatot alámossa, úgy hogy az alapját elveszítve (47. ábra), óriási robajjal a mélységbe roskad. Ezután az alámosás újból kezdődik s így a zuhatag lassan mind hátrább vájja magát. Hall és Lyell kiszámították, hogy ezen hátrafejlődés, mely jelenleg Queenstowntól számítva 12 km, évente közel 1 m s így az esés alatti szakadék körülbelül 36,000 év alatt keletkezett, valamint, hogy további 24,000 év múlva a vizesés az Erie tavat eléri.

A *schaffhauseni* már-már sellővé változó vizesés hátrafejlődése is lassanként a bodeni tó felé hatol fel.

Hazánkban a *tarpataki vizesések* a Magas-Tátrában a víz kimosó, völgyalakító képességének, de egyszersmind a zuhatag- és sellőalakulásnak is gyönyörű példái.

h) A lerakodmány (Alluvium).

A folyó az elmállás, lehordás és kimosás útján gyűjtött anyagokat háromféle alakban viszi magával és pedig

vegyileg oldva, úszó, azaz a folyóban *lebegő állapotban* és mint *görgelék* a mederben tova gurítva.

A *vegyileg oldott* anyagok (leginkább szénsavas és kén-savas mész, továbbá csekély szénsavas magnézium és némi konyhasó) legnagyobb részben a folyók forrásaiból származnak, de csekély mennyiségük fogva ízük ritkán érezhető. Azért nevezzük a folyóvizet a tengerekkel és zárt tavak vizével szemben *édesvíznek*.

A *vegyileg oldott* anyagoknak aránylag igen kis része az, mely egyrészt nagyvízkor az árterületen lerakódik, másrészt a talajba szivárog, vagy a sivatag folyóinak kiapadásakor a homokon kivirágzik, legnagyobb része azonban a tengerbe, vagy valamely tóba jut, mely utóbbi azután — ha lefolyása nincs — e sókban mindinkább meggazdagodva, lassanként sós ízűvé válik. (Káspi-tó, Aral-tó stb.)

Az *úszó anyagok* legtöbbször laza homokból és agyag-neműekből állanak, s részint nagyobb esőzések és zivatarok után a csapadék kimosó ereje, részint a szelek bontó és szállító képessége által jutnak a folyóba. A folyóvíz partmosásai és az ásványvizek szintén tetemes mennyiségű ily iszapanyagot szolgáltatnak, mely aztán a vizet különböző színűre festi.

Míg a Traun vize például egész torkolatáig tiszta, többnyire világos zöld színű és fenéig átlátszó, mert kevés iszapot hord magával, a Tisza a belejutott anyagféleltől sárgás, vagy amint a lakosok mondják «szöke». China nagy folyama a Hoangho (sárga folyó) a benne levő sárga lósztól kapta nevét. A nyirok vagy laterit (vasoxyddal vörösre festett agyagnem) vörössé, a tőzeges lápok humuszsavai pedig fekete, vagy sárgásbarna színűvé változtatják a folyók vizeit.

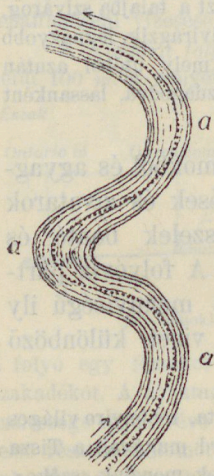
A folyómeder fenekén tovaördülő szilárdabb és nehezebb kőzetanyagot, — szikladarabokat, kavicsot, homokot — *görgeléknek* nevezzük. Ezt a folyók addig hordják magukkal, míg a víz sebességében rejlő erejük elbirja; amint az erő esökken, vagy megszűnik, terhüket el-elhagyják, *lerakodmányt* alkotnak.

Természetes, hogy minél durvább az anyag, annál hamarabb süllyed le a fenékre, úgy, hogy a folyók torkolatvidékén, ahol már alig van a víznek esése, már csak homokot és iszapot bír el. Világos az is, hogy a tovaszállított kövek gördüléstük közben mindinkább lecsiszolódnak és gömbölydeddév válnak.

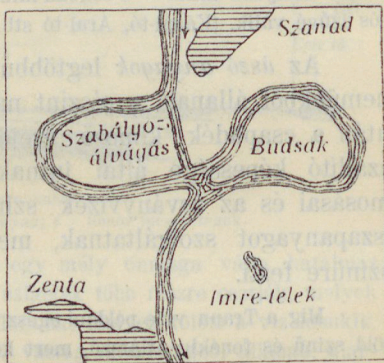
A víz tovaszállító erejét meghatározó kísérletek szerint a fenékre süllyed:

1 m	sebességnél	m. perczenként	tojásnagyságú szögletes kavics.
0.64	«	«	2-3 cm átmérőjű esiszolt «
0.21	«	«	durva csiszolatlan homok,
0.16	«	«	finom homok,
0.08	«	«	finom iszap.

Jóllehet a lerakódó anyagok a folyó ágyát mindinkább feltöltik, de egyszersmind fenekét a további pusztítás, mélyítés ellen is megvédik, itt tehát a víz sodra kimosó munkáját a partokon gyakorolja, alámosva és leöblítve azokat, s így mindinkább szélesbíti a folyó medrét.



48. ábra. Kigyózások.



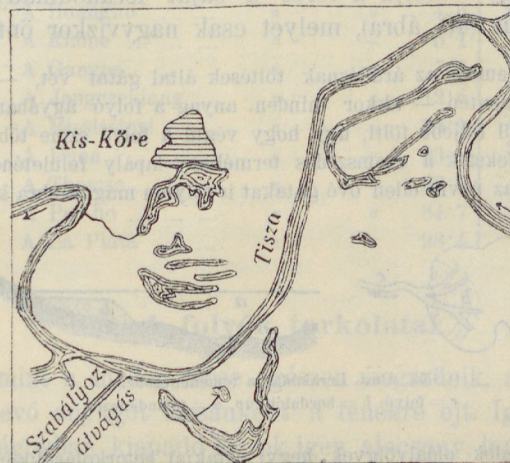
49. ábra. A Tisza Zentánál.

Mint hogy a folyó a völgyvályú mentén igen sok, habár gyakran jelentéktelen akadályra talál, a víz pedig mindig a legmélyebb pontot keresi, a folyó iránya az egyenes vonaltól eltér és kigyózó kanyarulatokat alkot, melyek annál számosabbak, minél csekélyebb az esés.

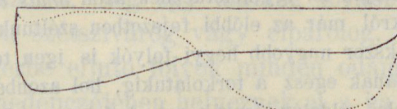
A víz sodra minden görbületben a homorú part felé («a» a 48. ábrában) tolul, azt alámosva és kimarja, míg a szemben levő domború part melletti aránylag csendes vízben lerakodmány. halmozódik fel. Ezen kettős tevékenységnek eredménye: a kanyarulat folytonos nagyobbodása különösen akkor, ha az uralkodó szél a vizet a homorú part felé szorítja, a hordalékanyag bősége pedig a domború part elhomokosodását elősegíti. Ha a két görbületi ág közötti völgy szoros nagyon megkeskenyült, akkor azt a nagyvíz gyakran áttöri. Így keletkezett például a Budsak sziget Zenta fölött. (49. ábra). Az ilyen szabályozási munkálatot azonban rendszerint mesterséges úton átvágással hajtják végre. Az eredeti kanyarulat

különösen az átvágás kezdetén és végén csakhamar elhomokosodik, mert alig kap vizet és esése is igen csekély, végül pedig egészen elszigetelődik a folyótól, tóvá változik át s csak nagyvízkor lép vele ideig-óráig összeköttetésbe. Ily sarlóalakú tavak, holtvizek a mélyföldeken igen gyakoriak. (50. ábra.)

Míg a kigyózások domború partjai mentén képződő lerakódások aránylag állandó jellegűek, a víz egyenes folyású



50. ábra. A Tisza holtvizei Kis-Körénél. (Kisújszállástól északra.)



51. ábra. A Duna medrének metszete a bécsi birodalmi híd alatt Penck után. — = 1877. - - - = 1884.

szakaszokban vándorló kavics-, vagy homokzátonyokat rak le, melyek a folyó metszetének alakját szüntelenül változtatják (51. ábra).

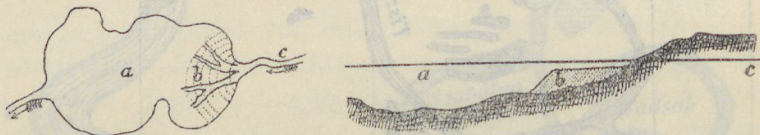
Ily homoklerakódások főképen ott képződnek, hol a völgy valamely szűkület után kitér és a meder kiszélesedik, keletkeznek továbbá oly pontok fölött is, ahol a meder hirtelen szűkül.

Ezen laza ülepedésekből alkotott képződményeket a víz ismét elmoshatja; ha azonban rajtuk a növények, különösen a mélyen megkapaszkodó fák gyökeret vernek, akkor azok a folyton tovább összegyűlő anyagot is visszatartják s a

zátonyból *sziget* lesz, mely végül a nagyvíz fölé emelkedik. (Margitsziget stb.)

Kitűnik mindebből, hogy a folyók felső és részben középszakaszának kimosó tevékenységével szemben, az alsó folyás csekély esésű lerakódási szakaszában a *meder feltöltése és kiszélesbítése*, valamint a *szigetképzés* a jellemző tevékenység. Így alkotja a folyó a saját lerakodmányában az árterületet is (40. ábra), melyet csak nagyvízkor önt el.

Ha az ember az áradásnak töltések által gátat vet, — pl. a Pó alsó folyása mentén — akkor minden anyag a folyó ágyában marad s azt szüntelenül feljebb tölti, úgy, hogy végül a folyó színe több méterrel magasabban fekszik a szomszédos termékeny lapály felületénél. Természetes, hogy az árvíz ellen óvó gátakat is folyton magasabbra kell emelni.



52. ábra. Lerakódás a tömedenczébe.
c = folyó, b = hordalékkúp, a = tömedencze.

A meredek oldalvölgyek, hegyi patakjai betorkolásukkor majdnem az összes magukkal sodort anyagot *hordalékkúpok* alakjában az enyhébb lejtőjű fővölgybe rakják le. Így keletkeznek azon *óriás torlaszok* (Muren, Murbrüche), melyekről már az előbbi fejezetben szoltunk. De nemcsak a patakok, hanem sokszor nagyobb hegyi folyók is igen tetemes görgelék-mennyiséget szállítanak egész a torkolatukig, hol azonban felduzzasztva, a torkolási pont belső oldalán leejtik azt. A folyton növekvő lerakódás a torkolatvidéket mind lejjebb tolja, ami például a Pó összes mellékfolyóinak beömlésénél szembeötlő előhaladást mutat. A Pó és az Etsch közötti földnyelv oly gyorsan növekedett, hogy ezen eredetileg a Póba ömlő folyó ma azzal párhuzamosan halad s a tengerbe önti vizét.

Azok a tavak, melyeken a folyó keresztül fut, mint *tisztító medenczék* fontosak. A folyó betorkolásakor a magával hozta anyagok a fenékre süllyednek (52. ábra) s így a tóból kifolyó víz tiszta és görelytelen lesz. Ilyen például a Rajna és a Rhöne vize a bódeni, illetve genfi tóból való kifolyása után.

A görgelékanyagok gyarapodása kisebb tavakat lassanként egészen betölt s a folyó végül a saját hordalékában vájt mederben halad tova.

A tisztító medenczékül szereplő tavak számos nagy folyam termékeny völgyét óvják meg az óriás görgelékanyagot hordó mellékfolyók pusztító áradásaitól, (Rajna, Pó, Duna stb), mert egyrészt a víz lefolyását szabályozzák, másrészt a hordaléktömeget visszatartják. A Rajna

vízgyűjtő területének alpesi tavai például évenként 5 millió köbméter görgeléket fognak fel.

A folyóktól vegyileg oldott, valamint mechanikai úton tovaszállított óriás anyagmennyiségnek szentügyre vétele által fogalmat nyertünk arról, minő hatalmas arányú a szárazföldeken véghezvitt lassú pusztítás.

Guppy szerint az évek száma, mely valamely folyam egész vízgyűjtő területének 1 mm-nyi lehordásához szükséges, a következő:

A Pó	--- --	vízgyűjtő területe	2·4
A Hoangho	--- --	«	4·6
A Rhöne	--- --	«	5·1
A Ganges	--- --	«	7·9
A Jangczekiang	--- --	«	12·5
A Mississippi	--- --	«	20·1
A Duna	--- --	«	23·-
A Themse	--- --	«	32·2
A Pei ho	--- --	«	84·7
A La Plata	--- --	«	98·4

1 mm-nyivel
év alatt alacsonyodik

i) A folyók torkolatai.

Amint a meder esése egészen megszűnik, a víz minden benne levő anyagot lassanként a fenékre ejt. Így a száraz pusztaságokban kiapadó folyók igen alacsony, lapos hordalékkúpokban végződnek, melyeknek felületén a víz sugárszerűleg erekre oszolva, még egy darabig tovább vánszorog, míg végre egészen szétszivárog vagy elpárolog.

A tengerbe eljutó folyók minden odáig szállított anyagot annak medenczében helyeznek el s ha a hullámmozgás, vagy egyéb akadályok a lerakódást nem zavarják meg, torkolatuknál *deltákat* alkotnak.

A delta elnevezést a háromszögalakú Δ betű után először a görögök alkalmazták az «ágakra oszló» Nilus torkolatvidékére. A háromszög alapja a tenger, csúcsa pedig a szárazföld felé irányul. A mai felfogás szerint azonban nem az elágazásban van a lényeg, hanem a lerakodmányokból eredő «új szárazföld-alakulásban». Az Amazon deltájáról például szó sem lehet, noha a folyam torkolatánál sok ágra szakad, mert új szárazföld nem képződik. Az Ebro ellenben elágazás nélkül, de mégis delta-torkolatát ömlik a valenziai öbölbe, mert szárazföldet épít a tengerbe.

A betorkoló folyó vize nem keveredik azonnal össze a felfogó medencze vizével (lásd 52. ábrát is), hanem árjának erejénél fogva még egy ideig önálló tömeg marad, sőt a

tenger és a sós tavak nehezebb vize felett olajként úszva halad tova. Az összeelegyedés csak lassan megy végbe, eredménye pedig a *sósédes víz*, míg végre a két víz nem közötti különbség a továbbkeveredés folytán teljesen megszűnik.

A Kongó torkolata előtt a tenger felületének vize még 23 km távolságban is édes, a sósédes víz öve pedig még 40–50 km-el tovább terjed.

A nagy folyók deltájának építő anyaga finom homokból és iszaptól áll, kisebb és meredek esésű parti folyóknál ehhez még görgelék is járul; ezenkívül még uszafa-lerakódások — melyekből később tözeg válik — és csekély mennyiségű állati maradványok a deltatalaj alkotói. A legdurvább anyag mindjárt a torkolatnál, a finomabb csak később süllyed alá, minthogy azonban a nagyvíz hordalékmenységét nagyobb szállítóképességénél fogva messzebb viszi magával, mint a rendes és a kis víz, a durvább és finomabb anyag váltakozó elhelyezése következik be.

A delta képződmények tömege, ami felől fűrt lyukak tájékoztatnak, igen különböző; míg a Nilusnál vastagságuk alig 15 m, a Rajnánál több mint 60, a Rhönenál több mint 100, a Pónál pedig 173 m.

A deltavidék teljesen sík lapály, mely a tenger felé rendszerint posványos partmellékbe megy át; minthogy esése igen csekély, a folyó folyton változtatja medrét, régi ágakat betölt s újakat váj magának. Az új szárazföld képzése nem minden deltánál egyforma és sokszor az egyes torkolati ágak lerakodmányai között nagy különbség mutatkozik.

A leggyorsabban a Terek deltája nő, mert évenként átlag 495 m-el nyomul beljebb a Kaspi tóba. A Pó deltájának gyarapodására az ember gyakorolt befolyást, mert míg a delta előretolódása 1200-tól 1600-ig évente csak 23 m-t tett ki, addig 1600-tól kezdve évente 70 m-re rüg, mert ez idő óta a gátak egész rendszere kényszeríti a folyót arra, hogy hordalékának legnagyobb részét a tengerbe vigye. A Nilus deltája ugyan ezen okból évente csak 4 m-el nyomul előre, mert a folyam rendes áradásai alatt nagymennyiségű üledéket hagy a belterületen.

Egymással szomszédos folyóknál arra is találunk példát, hogy azok deltái a folytonos növekedés következtében egyesülnek és végül egy deltát alkotnak: ilyenek a Rajna, Maas és Schelde, valamint a Ganges és a Brahmputra deltái; más esetben két folyó egymásba szakadva egy ágban folytatja útját, pl. az Eufrat és a Tigris. Az is megtörténik, hogy eredetileg önálló folyók, más nagyobb folyamok mellékfolyóivá válnak. Így szegődött a Prut a Dunának, a Red-River pedig a Mississippinek szolgájjává a föld történetének folyamán.

Szigetek egyesülése a szárazfölddel, hosszú tavaknak két és több részre való szétdarabolása oldalt betorkoló folyók lerakodmányai által, valamint a tavak végleges betöltése, mind megannyian a delták növekedésének következményei.

A deltaképzés lehetősége és terjedelme, minthogy reá úgy a folyó, mint a tenger befolyást gyakorol, igen sok tényezőtől függ. A hordalékanyag bősége, az esési viszonyok, a folyás sebessége egyrészt, a tenger hullámainak ellentétes hatása, áramlatainak iránya, a dagály járása, az uralkodó szelek stb. másrészt, a delták alakulására nagy hatással vannak.



53. ábra. A Mersey tengerszín alatti deltája *b* = tengerszín alatti hordalékbucozkák.

A part beöblözései például épügy elősegítik a deltaképzést, mint a torkolat előtti *parti gátak* — lásd a következő fejezetet is — és *parti szigetek*.

Az Orinoko például Guayana hegyeinek nyúlványai által védve, hatalmas deltát alkotott, míg a tőle délre lapos parton betorkoló hatalmas Amazont a tenger áramlata ebben megakadályozta.

A Pó a torkolata előtt fekvő parti harántgátak mögötti területet már betöltötte, e gátakat túllépte s most a szabad tengerbe tolja deltáját mind beljebb.

A Rajna, Maas és Schelde hatalmas együttes deltáját egy hajdani zárt parti gát mögött építette fel. Ezen delta azonban ma már a tenger pusztító munkája következtében nagyrészt elmosatott, megmaradt részét pedig a további rombolás ellen óriás töltések védik.

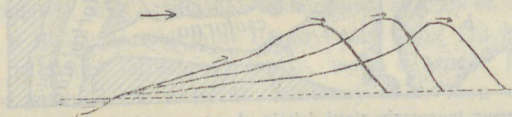
Más példák is bizonyosságául szolgálnak annak, hogy oly partokon, hol a szárazföld lassú süllyedésben van, vagy hol a tenger mozgása igen erős, a régebben felépített delták ismét elmosatnak. A Narenta deltája a dalmát parton mindinkább veszít terjedelméből, az Ems-é pedig, mely

a rómaiak idejében hatalmasan beszögellert az Északi tengerbe, teljesen eltűnt.

A pusztulásnak áldozatává vált s így a tenger által elborított delták maradványait *tengerszín alatti deltáknak* (submarin D.) nevezzük. Ugyancsak így hívjuk a fejlődésben levő, tehát a tengerből még fel nem bukkant torkolati lerakodmányokat is. Ilyen például a Mersey torkolata is Angliában. (53. ábra.)

A folyók egyszerű nyílt torkollása sokkal ritkább, semmint azt a térképek mutatják. Ez csak akkor következhetik be, ha a folyó erős árja annak hordalékanyagát messze beviszi a tengerbe, vagy ha a tenger mozgása maga gondoskodik a lerakódások gyors továbbításáról. Ily torkollási módra tehát rendszerint csak rövid folyású és nagy sebességű folyóknál találunk.

Gyakori azon eset, hogy a folyók hordalékából, valamint a tenger hullámai, áramlatai és a szelek ereje által messzebről odaszállított főveny- és futóhomok-anyagokból a torkolatok előtt *parti torlaszok, dűnák* képződnek, melyek parti tavakat, *lagunákat, haffokat* zárnak körül.



54. ábra. Dünaképződés.

Az Északi tengerben ily dűnák szegélyezik Schleswigtól kezdve egész Németalföldre a német partot, a Keleti tengerben pedig, hol *Nehrungoknak* is nevezik őket, a porosz partszegélyt. (Lásd 54. ábra.)

A torkolni iparkodó folyó az u. n. Nehrung mögött összehúzóódik és haffá szélesül, azután pedig keskeny és változó nyílásokon (u. n. *Tiefs*) keresztül közli vizét a tengerrel.

A Fekete-tenger északnyugati partszegélyén előforduló egészen hasonló torkolati alakulásokat *líman-oknak* nevezik.

Ezen inkább zárt torkolási módnak ellentétét a *tölesértorkolatok* képezik, a melyek oly vidékeken fordulnak elő, hol a tenger dagálya nagy erővel tolul a part felé. (Ästuariumok). A folyó vizét itt a tetemes gyorsasággal ékalakban benyomuló nehezebb fajsúlyú dagályhullám felfelé tolja, úgy, hogy az szélességben óhajtva visszanyerni azon területet, melyet mélységben elvesztett, a partokat marja s így töleséralakúvá

vájja torkolatát. Az apály beálltával a beözönlött tengervíz visszahúzóódik, hogy 6 óra multán újból kezdje támadását.

A folyó hozta lerakodmány-anyagok ezen tölesérekben rendetlen és *vándorló homok-, vagy iszapátonyokat* alkotnak, melyeket az előnyomuló vagy visszahúzóó dagály-hullám majd ide, majd oda fektet, úgy, hogy azok olykor a hajózást is veszélyeztetik.

A szárazföldre ily mélyen benyúló torkolatoknál, a minővel pl. az Elbe, Weser, Gironde, Themse és az Amazon bír, mindazonáltal hatalmas kikötővárosok épültek, mint Hamburg, Brema, Bordeaux, London stb.

j) A tenger munkája a partok mentén.

Part alatt a tenger és szárazföld közötti határvonalat értjük. Minthogy azonban a tenger folytonos mozgásban van, ezen vonal egy többé-kevésbé széles felületté, sávvá, vagy szalaggá változik át, melyet *martnak* nevezünk s a mely ugyan a szárazhoz tartozik, alakja azonban a tenger hatása következtében szüntelen módosul. A mart alsó határa azon szín, melyet folytonosan, tehát még a legerősebb apály idejében is borít a víz, felső határa ellenben még magasabban fekszik, mint a legerősebb dagályhullám járása, és mint a viharok által felkorbácsolt habok feltornyosulása, mert a hullámverés ereje a magával ragadott kötőrmelékeket még messzebb hajtja a partra, mint a mennyire maga felhatol.

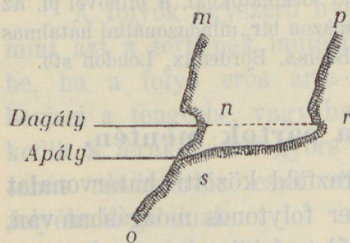
A martot a tenger állandóan «ostromállapotban» tartja ugyan, mindazonáltal a hatás ereje főképpen attól függ, hogy az illető part *meredek-e*, vagy *lapos*, közele tömör-e, vagy laza s talajának rétegzése minő ellenállást fejt ki. Természetes ugyanis, hogy a hullám irányával párhuzamosan fekvő rétegek kevesebbet szenvednek, mint azon partmellék, hol a rétegek fejlődését pusztítja a tenger árja. (57. ábra.)

A tenger egyfelől pusztító másfelől építő tevékenysége pedig attól függ, minő annak hullámmozgása, árapálya és áramlatainak iránya és sebessége.

A romboló erők leghatalmasabbja a *hullámverés*. A mozgó víztömeg hullámai a partot folytonos lökésekkel marják és vájják és pedig annál erősebben, minél merőlegesebben futnak fel reá. A hatás továbbá növekszik a lökések gyors ismétlődésével és erejével, tehát dagálykor nagyobb, mint

apálykor, a legóriásibb pedig akkor, ha a szélvész és orkán tomboló dühe merőlegesen vágja őket a part közeihez.

Meredek partokon a hullámverés különösen a partsziclák sarkairól köveket tördel le, s ezen kőtörmelékeket, sőt a magasabb szélességi fokok alatt még uszó jégdarabokat is, mint megannyi lövedéket zúdíttja rá a sziklabástyára. A part-

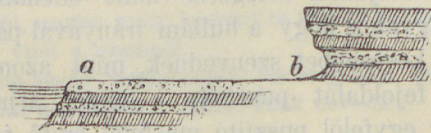


55. ábra. A hullám tevékenysége a meredek parton.

meredélyen ennek következtében csakhamar bevágódás támad (55. ábra), melynek alsó szegélye valamivel a kis víz, felső határa pedig valamivel a magas víz színe fölé esik. A rombolás haladásával az alámosott és támaszától megfosztott partoldal leroskad, a romhalmaz finomabb anyagát a hullám azonnal tovaszállítja, a nagyobb törmelékét pedig folyton reszelve és kisebb darabokra aprítva végül szintén elhordja. (56. ábra.) Az eredeti *mno*



56. ábra. Hullámverés. *g* = görgelék, *s* = homok.



57. ábra. Partlépcső.

metszet *prso* alakká idomul, a végeredmény pedig az, hogy egy *partlépcső* képződik, melynek lapos marta szeliden emelkedik az apály színétől a partoldal felé. (*s r* 55. ábra és *a b* 57. ábra).

Sok esetben a sziklaomladékok durva anyaga a *partlépcső* feltületén felhalmozódik s mint egy természetalkotta töltés a mart további

pusztítását néha hosszú időre megakadályozza. A Stubbenkammer erdőfede krétasziclája Rügen szigetén pl. — épúgy mint igen sok más partszirt, — csak ilyen természetalkotta hullámtörőnek köszönheti azt, hogy a tenger romboló munkájának eddig áldozatul nem esett.

A hullámverés ereje s a kőzetek szilárdsága — mint már említettett — a hatásnak legfontosabb tényezői.

Gránit, gneisz, porfir, trachyt, bazalt stb. szilárd sziklaanyagok, ha utóbb el is pusztulnak, mégis nagy ellenállást fejtenek ki, míg ellenben például a holdernessi parton, Anglia yorkshirei grófságában, hol hordalékanyag képezi a felette meredek sziklapartot, a tenger 2.3—3 m-el vájja magát beljebb a szárazföldre.

A nyugtalan La Manche csatorna partszegélyéről évente lemart anyagmennyiséget 10 millió köbméterre becsülik.

Barlangképzés a partsziclából, fülkék és óriás katlanok és fazekak kivájása itt épp úgy előfordulnak, mint a folyóvölgyek szűk sikátoraiban.

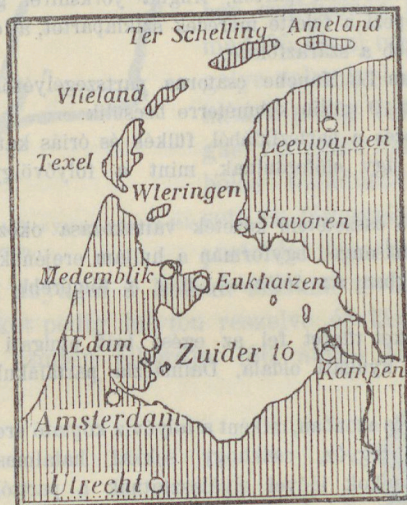
A különböző összetételű kőzetek váltakozása okozza azt, hogy a part nem mindenütt enged egyformán a hullám erejének. Így keletkeznek lazább rétegekben az *öblözetek*, míg a tömörebb partrészek *hegyfokokat* alkotnak.

Ily öblözeteket tüntet fel az egész brit nyugati partszegély, az Apennin félsziget nyugati oldala, Dalmácia partalakulása és igen sok más part.

A hullámverés azonban, miként a folyóvíz koptató ereje, idővel épúgy minden akadályt legyőz, csak hogy sokkal hatalmasabb arányban. A kiszöggelő hegyfokok idővel elválasztatnak a parttól és szigetekké alakulnak át, míg végül a hajdani part ezen előőrseit is lemarja a tenger árja, úgy, hogy azok mint vízborította *vak szirtok* a hajózásra még veszedelmesebbé válnak, mint szigetkorukban. Arbroath körül a keleti skót tengerpartot hosszú szirtsor kíséri, mely csak apálykor emelkedik ki még a tenger tükre fölé.

Lapos partokon a hullámok egymáson átbukdácsolnak, mert az elől levők a lassu emelkedésű mederfeneket súrolják, miáltal, de még inkább a part felől visszafolyó vizek által mozgásukban hátráltatnak, úgy hogy a hátsó hullámok az előttük levőket utólérik s rajtuk átesapnak. A hullámok e játékának az a vége, hogy egymásután a partra felszaladnak, anélkül, hogy azt megtámadnák, mert útjokban akadályra nem találnak. Mindazonáltal a hullámverés itt is pusztítóvá válik, ha a szélről felkorbácsolt óriás erővel rohanó habok messze vidékeket elárasztanak. A német és angol északtengeri partokon, valamint igen sok más vidéken ily romboló munkának nyomait látjuk.

A Zuider tó (58. ábra) $\frac{3}{4}$ része a rómaiak idejében szárazföld volt, melynek csak déli részében terült el a Flevo nevű zárt tómedence. Ezen folyt keresztül a Rajnának az akkoriban valószínűleg Ter Schelling és Vlieland között torkoló Ijssel nevű ága. A partszegély főképpen északnyugati szelek okozta elárasztások következtében négy szigetre oszlott fel, majd mind mélyebbre vándorló öblözlet támadt, mely egészen Medemblik és Stawore-ig nyúlt be a szárazba. Végül 1359-ben az ár az ezen két hely közötti keskeny földszorost is áttörte és az északi öblözlet a déli



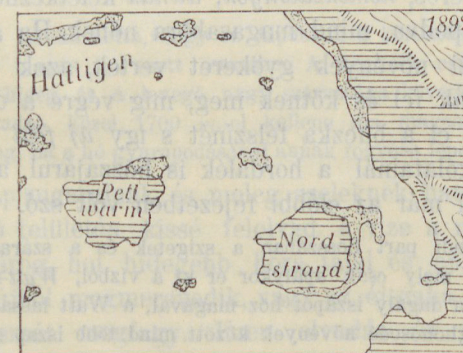
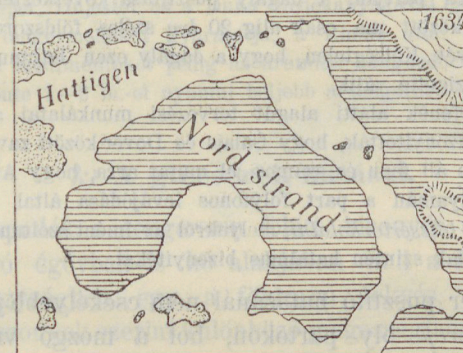
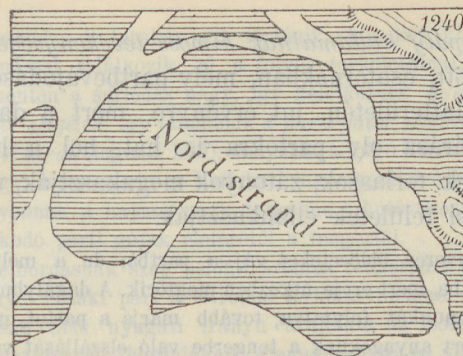
58. ábra. Zuidertó.

beltóval egyesült. A szárazföldben való veszteség eredetileg 5813 km^2 -re rugott, ebből azonban a szorgalmas lakosság később 3635 km^2 területet a tengertől hatalmas védőgátak (Deiche) építésével visszahódította.

Az Ems torkolatának hatalmas Dollart-ja 1277 decemberében keletkezett az eddig rendkívül termékeny Reiderland helyén.

Mulandó a Fries-szigeteknek, Németország régi partmellékének léte is. Helgoland szigete egykor 900 km^2 -nyi területtel bírt s a régi adatok szerint «veteményekben, állatokban és szárnyasokban bővelkedett», holott ma az alig 2 km hosszú és 600 méter széles sziklában Reclus szerint némi burgonya és csekély sovány legelő az egész, ami az egykori termékenységből visszamaradt. Nordstrand-szigetnek pusztulását az 59. ábra mutatja. Az 1634. évi október 12-iki éjjeli orkán feltornyosította hullámok árja majdnem az egész tekintélyes kiterjedésű szigetet elnyelte s 6408 emberéletet oltott ki.

A német parthoz hasonlóan szenvedett az angol észak-tengeri part is. Ott, hol egykor Autburn, Hartburn és Hyde községek álltak, ma homokzátonyok terülnek el.



magasabban fekvő vidékek

töltésekkel körülvett területek

pödtelen területek

59. ábra. A Nordstrand 1240, 1634 és 1892 körül Hansen után.

Az árapály hullámainak kimosó tevékenysége különösen szigetek között, csatornáknál, mély partbevándorásokban és a folyók torkolatterületén jut érvényre, mert a dagályhullám egyenletes járása oly partokra is hat, hol a hullámverés erejét szigetek, torlaszok, zátonyok megakasztják, vagy különböző súrlódási felületek ellankasztják.

A hullámverés öblözeteket váj a partba, de a mélyebb öblökbe már alig hatol be, mert ereje útközben megtörik. A dagályhullám ellenben a megkezdett munkát folytatva, tovább marja a partot, míg az apályhullám a lesodort anyagoknak a tengerbe való elszállítását végzi.

Ott hol az árapály igen erős, pl. a Fundy öbölben, brit Észak-Amerika nyugati partján, a dagály pusztítása következtében Sackville és a zöld öböl között ma csak alig 20 km széles földszoros foglalja el a régi part helyét. Kétségtelen, hogy a dagály ezen Isthmust is leássa és Uj-Skócia szigetté válik.

A tengerfenék alatti alagút tervezési munkálatai a la Manche csatornában bebizonyították, hogy Calais és Dover között zavartalan alaprégösszefüggés áll fenn és számos jel mutat arra, hogy Anglia a Föld történetének folyamán a part folytonos levándorása által vált szigetté.

A folyók tölcsértorkolatai, melyekről az imént szóltunk, az árapály okozta kimosásnak szintén hatalmas bizonyítékai.

A tenger pusztító hatásánál nem csekélyebb jelentőségű annak építő ereje oly partokon, hol a mozgó víz a benne levő laza hordalékanyagot lerakja. Ott, hol a hullámverés nem nagyon erős, homokzátonyok, dűnák keletkeznek, melyek folyton gyarapodva, mind magasabbra nőnek. Ha azután rajtuk egyes vízi növények gyökeret vertek, azok új meg új anyagot fognak fel és kötnek meg, míg végre a dagály hulláma sem éri el a buczka felszínét s így új föld képződött. A folyók torkolatainál a hordalék is hozzájárul a dűnáképzéshez, amiről már az előbbi fejezetben volt szó.

A frieslandi part hosszában a szigetek és a szárazföld közötti partterületet, a mely csak apálykor ér ki a vízből, Watt-nak nevezik. Minthogy minden dagály iszapot hoz magával, a Watt lassanként magasabb lesz, a meghonosodó növények között mind több iszap gyülik össze, lassanként a dagály fölé emelkedik a vidék, melyet legelőnek (Kelter) használnak. Ezt azután töltésekkel (Deiche) a tengertől végleg elzárják és szorgalmas munkával termékeny szántófölddé (polder) változtatják.

Nagyfontosságú az úgynevezett part-elhordás, vagyis a partokról lesodort és a folyók által hozott anyagoknak tovaszállítása és lerakása, más, sokszor távol eső partvidékeken. Ezen jelenséget a tenger parti

áramlásai okozzák. A lerakás ott történik, hol két különböző irányú áramlat egymással találkozik, pl. a folyók torkolatainál, vagy hol igen sekély part mentén a súrlódás nagy. Így keletkeznek gyakran a folyók torkolatai előtt szigetek, így támadnak a parti gátak (Nehrungen) is s ezek mögött a parti tavak (laguna, haff), melyekbe a folyó hordalékát nyugodtan lerakhatja, úgy hogy azok a haffokat lassanként egészen kitöltik. Így vágták el Ravennát, a hajdan nagy forgalmu kikötővárost, a Pó torkolatvidékén felrakódó parti gátak életerétől a tengertől.

A partelhordásnak szép példáit számos tengerpart tünteti fel.

A spanyol északi part a Gironde torkolatvidékére vándorol.

A trieszti öböl nyugati irányú áramlata az Isonzótól a Póig az Adriába torkoló folyók hordalékait magával viszi és velük szüntelenül töltögeti a lagunákat.

A Dnjeper, Dnjester és a Duna üledékanyagával egy parti áramlat a Dobrudsza tengermellékét gyarapítja, a Rhône által a lyoni öbölbe hordott alpesi szedimenteket pedig az áramlás Languedoc partjára viszi, mely így évente 1—2 m.-el nyomul beljebb a tengerbe.

k) A glecserek hatásai.

A csapadék a tengerszín fölött bizonyos magasságban még a forró égőben is hó alakjában hull a földre és így minden hegységben egy a földrajzi fekvés, valamint az éghajlati viszonyok szerint különböző magasságban levő hóhatárt állapíthatunk meg, a melyen felül a hó sohasem olvad el egészen.

Tyndal kiszámította, hogy az Alpokban a keresztény időszámítás óta 1700 m. magas hó esett összesen. A hegység csúcsainak tehát, minthogy a hideg és a levegő nagy szárazsága következtében azokon alig van olvadás, közel 1700 m.-el kellene ma magasabbra nyulniok, mint eredetileg, ha a hó gyarapodásával annak fogyása lépést nem tartana.

A Nap sugarainak és meleg szeleknek hatása folytán a lehullott hó felületén kissé felolvad s vize a mélyebb rétegekbe szivárog, hol hidegebb hóra talál és annak pelyheit körülvéve újból megmerevedik, vagy az éjszaka hidege következtében ismét megfagy. Ezen olvadás és újból fagyás következtében a hó apró jégzemekké vagy jéggyöngyökké alakul, melyek belseje hóból, burkolata pedig jégből áll; ezek a felső rétegek nyomása miatt mind jobban összetapadnak és egy többé-kevésbé összefüggő tömeget alkotnak, melyet jeges hónak (firn) nevezünk. A magas hegységek firn-

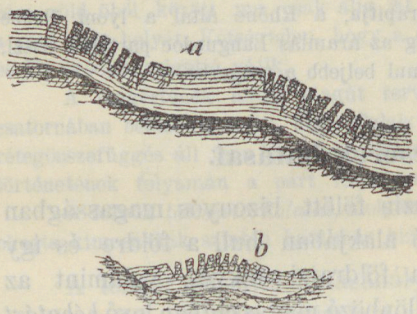
nel borított felülete és teknőzetei a *jégmezőket* vagy *jégten-gereket* alkotják.

Ugy a firn, mint a frissen hullott laza hóhalmaz a nehézségi erő következtében a mélybe igyekszik. A meredek hegyoldalak hóleplének megindításához néha különösen tavasz-kor elég, ha a vadász lövése, a mozdony füttye, vagy a jókedvű alpesi pásztor kurjantása rezgésbe hozza a levegőt. Hatalmas hótömegek mint *lavinák* siklanak le sokszor pusztító erővel a völgyszakadékokba.

A hol azonban a lejtők csekélyebb esésűek, a firn széles teknőzetekben, vagy a völgyek kezdetét képező lapos katlanalakú bevájódásokban gyülemlik össze és hatalmas tömegben mind-megannyi *jégnyelv* lassan lefelé mozog a völgyvályuban. Minél lejjebb ér a firn, a meleg hatásai annál jobban érvényesülnek, úgy, hogy a folytonos olvadás és újra megfagyás, valamint az erős nyomás következtében a firn még tömörebb jéggé *glecserjéggé* változik. Ennek lefelé haladó lassu folyását, mely alacsonyabb fekvésű vidékeken szétolvadva véget ér, de felülről szüntelen újabb anyagból táplálkozik *jegesnek*, *jégárnak* (Gletscher) nevezzük.

A nagyobb glecserek a jégmezőkről lehúzódó völgyeket hatalmas tömegükkel egész szélességükben betöltik s egy nagy, igen lomha folyamhoz hasonlíthatók, mert völgyük minden görbületét és kanyarulatát követik; ott, hol a völgy összeszűkül, megdagadnak és keresztül törik magukat rajta, a hol kitágul, maguk is kiszélesülnek, két völgy találkozásakor pedig glecsereik is közös árrá egyesülnek.

A glecserek felülete általában véve sík és összefüggő, amíg a völgyfenék esése egyenletes; lejtváltozáskor azonban a tömör anyagban 5—10 m. széles *haránthasadékok* (60. a ábra), a jégár ágyának kiszélesülésekor pedig 150—200 m.-nyi

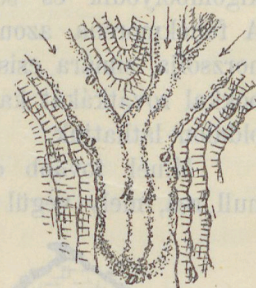


60. ábra. Glecserhasadékok. a) Hosszanti hasadékok, b) haránt hasadékok.

hosszanti hasadékok keletkeznek, melyek a glecsereken való járásnak és azok tanulmányozásának nagy és veszélyes akadályai (60. b. ábra).

Mint hogy a Nap ereje, mint már többször említettett, a glecser felületét felolvasztja és részben elpárologtatja, a glecser tömege folyvást fogy. Az olvadás vize úgy a felületen, mint a hasadékokban és a jég halmaz belsejében levő alagútszerű síkátorokban számtalan kisebb-nagyobb ereket alkot, melyek a glecsernyelv alsó végén *glecserpatak*ká egyesülve, rendszerint egy hatalmas gyönyörű kék *jégkapun* törnek elő.

A glecserpatak hőmérséke kezdetben alig több 0°-nál, vize pedig az útközben beletűtött homok- és agyagneműek, valamint a magával ragadott jégzilánkok és hókristályok miatt nem egészen tiszta, miért is a *glecsertej* nevet adták neki; tartalmát azonban csakhamar mint *glecseriszapot* lerakja s azután tiszta és átlátszó kék vagy zöld színezetű.



61. ábra. Glecsermorénák. o = oldalmorénák, k = középmorénák, v = vérmoréna.

A glecserek felületén rendszerint nagy mennyiségű szikladarabok és kötörmelékek halmozódnak össze, melyek a jégár völgyét szegélyező meredek szirtoldalokról az elmállás következtében omlanak le. A jégár előnyomulása folytán ezen anyagok folytonosan gyarapodva a glecservölgy jobb és bal szegélye mentén gátakká növekszenek, melyeket *oldalmorénáknak* neveznek. Két vagy több jégnyelv találkozásakor a belső oldalak morénái egyesülnek és *középmorénát* képeznek. (kk 61. ábra.) A jégárnak annál több a középmorénája, minél több *glecserágból* keletkezett.

Nagy glecserek morénái sokszor 10—15 m.-el is magasabbak a szomszédos jégfelületnél. Ha azonban anyagukat megvizsgáljuk, látjuk, hogy csak a felső kéreg áll kötörmelékéből (62. ábra), míg a moréna belseje jég. Az aránylag keskeny omladékburkolat megvédi az alatta fekvő jégtömeget a Nap sugarai ellen, úgy hogy a szomszédos, mindinkább apadó jégfelülettel szemben, a morénák mind jobban feltornyosulnak.

Az oldalfalokról néha egész a glecser közepére gördülő egyes nagyobb kőtömbök ezen hatás következtében u. n. *glecserasztalokat* képeznek (63. ábra), kisebb kövek ellenben, minthogy több meleget nyelnek el, mint az őket körülvevő firn, a meleg visszasugárzása által

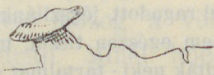
töleséralakú lyukat vájnak maguknak a jégbe és mindjobban alá-süppednek.

A jégár tovaszállította kőomladékok egy része az imént ecsetelt módon, vagy a hasadékokon át, vagy a glecser oldalszegélyén a jégtömeg belsejébe, végül pedig annak fenekére jut, ott mint *fenékmoréna* csúszik mind lejjebb és a folytonos súrlódás következtében mindinkább letöredezik, kisebbedik, kigömbölyödik és sokszor egészen homokká reszelődik le. A fenékmoréna azonban a glecser ágyát és oldalfalait is horzsolja, simára esiszolja és egyes éles és kemény kődarabokkal rovátkákat karczol beléjük, mint azt számos szikla-oldalon láthatjuk.

Minél tovább csúszik a jégár, annál több kötőrmelék hull reá, mely végül az egész glecserfelületet elborítja (61.



62. ábra. A glecsermoréna metszete.



63. ábra. Glecserasztal.

ábra «0») s ott, hol a jégnyelvet a Nap sugarai felemésztik ahol tehát a glecser véget ér, a fenekére süllyedve a *végmorénákat*, vagy *homlokmorénákat* képezik.

Mint hogy a glecserek előnyomulása és elolvadásuk határa a nyár hőmérséklete szerint évről-évre változik, a végmorénák lerakodmányanyaga a glecser alsó végén félholdalakú domborokat alkot. Könnyen ráismerhetünk ezekre, mert tömegükben a mindenféle alakú és nagyságú szegletes és lecsiszolt kődarabok homokkal, földdel és iszappal vegyülve, rendszertelen halmazt képeznek, mutatván azt a hatalmas glecserterületet, melyen ily nagymennyiségű és változatos anyaga omladéktömeg összegyűlhetett.

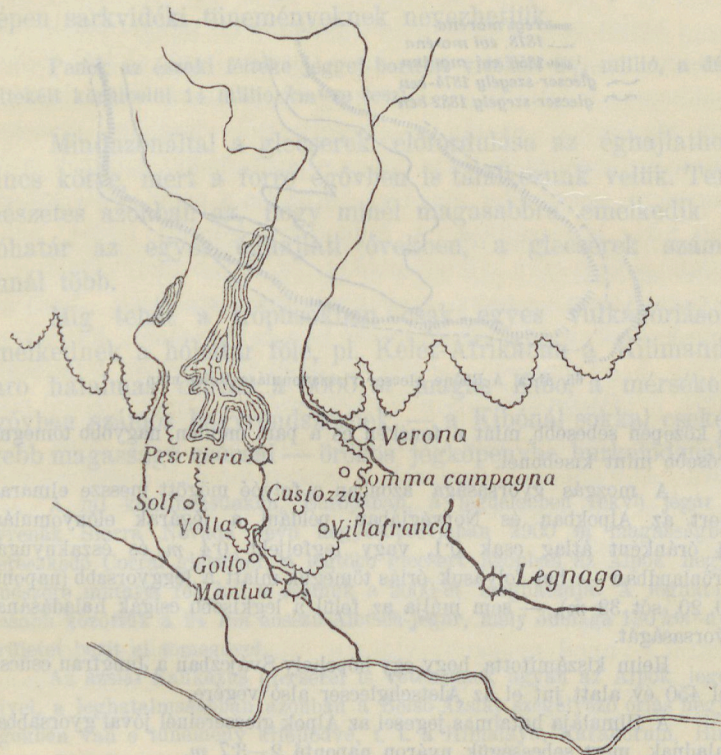
Az Alpok déli lábai mentén a felső olaszországi mélyföldre kiszögellő morénadombok közül a Garda-tótól délre elterülő úgynevezett *Mincio-terepnek* hatalmas történelmi jelentősége van.

Mint hogy a Pó-síkság sajátos földművelésénél fogva a mélyföld legnagyobb része alig áttekinthető s így a megítkezésre alkalmatlan terület, az egymással mérkőző hatalmas seregek ismételve a Mincio-terep morénaláneczeit választották harci tevékenységük alkalmas színterévé és Villafranca, Somma-Campagna, Goito, Volta, Mantua, Solferino, Custozza

stb. környéke mint megannyi nagy csatatér, bizonyítják e vidék katonai jelentőségét. (64. ábra.)

A Mincio-terephez hasonló moréna-lerakodmány még a Como-tó és Lago Maggiore-tól délre elterülő Brianza, az Ivreai dombvidék, a Dora Baltea mentén, valamint az Alpok déli vonulatának számos más kiszögellő domborzata.

A jégár legtöbbször magasabb a közepén, mint a partok mentén, mivel ott a Nap melegítette hegyoldalak kisugárzása folytán a jég gyorsabban olvad.



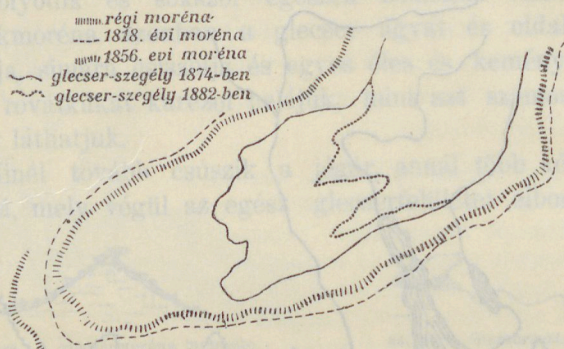
64. ábra. Mincio terep.

sabban olvad. A berni Alpokban az Aletsch-glecser közepének kidomborodása 1872 augusztus havában közel 60 m-t tett. Oly glecsereknél ellenben, melyeknél a partszegélyeken oldalmorénák halmozódtak fel, fordítva áll a dolog. Itt a köhalmaz (62. ábra) megóvjá az alatta levő jeget az olvadás ellen, míg a középső rész a Nap sugarai ellenében védtelen és így mélyebben fekszik az oldalaknál. Ilyen például a Vernagt-glecser Tirolban.

Az Alpok jegeseinek tömege felső részükben több száz méter, alsó végükön ellenben tömegük alig múlja felül a fenyőfa magasságát.

A glecser sohasem ér véget úgy, hogy a Nap sugaraitól lassanként felemészítve szétfolynék, elenyészne, hanem a jégnyelv alsó csúcsát egy többé-kevésbé magas jégfal zárja el, mint ha ott a glecser vége letörne. Ezen falból ömlik ki a boltozatos *jégkapun* át a glecserpatak.

A glecser, — mint már említettük — völgymedrében folyton lefelé halad és e tekintetben teljesen a folyóvíz törvényeit követi, nem csúszik tehát, mint valami lomha tömeg, hanem csak úgy folyik, mint akármely folyó. Előhaladása mind télen, mind nyáron folytonos és sohasem lökészerű; melegebb időjárásakor természetesen gyorsabb, mint télen; felületén



65. ábra. A Rhöne glecser visszavonulása Heim után.

és közepén sebesebb, mint a fenéken és a part mentén, nagyobb tömegnél erősebb mint kisebbnél.

A mozgás gyorsasága azonban a folyóé mögött messze elmarad, mert az Alpokban és Norvégiában például a jégárak előnyomulása 24 óránként átlag csak 0,1, vagy legfeljebb 0,4 m és északnyugati Grönlandban — hol folyásuk óriás tömegük miatt a leggyorsabb (naponta 10, 20, sőt 32 m), — sem múlja az felül a legkisebb esigák haladásának gyorsaságát.

Heim kiszámította, hogy egy hóhegy Svájcban a Jungfrau csúcsáról 450 év alatt jut el az Aletschglecser alsó végére.

A Himalaja hatalmas jegesei az Alpok glecsereinél jóval gyorsabban haladnak, mert sebességük nyáron naponta 2—3,7 m.

A jégárak mozgási gyorsasága azonban évről-évre is változik. Seeland megfigyelései szerint a Pasterze, a Magas-Tauerek nagy jégára 1883—86-ban állandóan 50,4 m-t haladt évente, míg 1887-ben csak 41,1 m-t, 1888-ban pedig csak 30,6 m-t, 1889—90-ben azután gyorsasága ismét 41,4 m-re és 1891-ben 51,0 m-re növekedett, 1892-ben azonban ismét 48,7 m-re szállt alá. Ezen tíz év alatt tehát a naponkénti közepes gyorsaság csak 0,125 m volt.

Ha a glecsert tápláló anyag kevesebb, mint az olvasztott jég tömege, akkor a jégár lassanként visszavonul, mintegy összehúzódik. Az Alpok, Pyrenäk, a Kaukázus, Norvégia glecserei, mint egyáltalában valamennyi

glecser, melyről pontosabb történelmi adatok állnak rendelkezésre, a múlt század ötvenes éve óta visszavonulóban vannak. A legpontosabb megfigyeléseket az Alpokban eszközölték, itt a Rhöne glecserjelenségeit rendszeresen feljegyezték. A 65. ábra mutatja, hogy 1856 óta mily tetemesen zsugorodott össze ez a jégár s mily nagy terület vált a jégtől szabaddá.

Természetes, hogy a szélességi fokok magasságával a glecserek száma is szaporodik s így a glecsereket tulajdonképpen sarkvidéki tüneményeknek nevezhetjük.

Penck az északi félteke jéggel borított vidékeit $2\frac{1}{4}$ millió, a déli féltekeit körülbelül 14 millió km^2 -re teszi.

Mindazonáltal a glecserek előfordulása az éghajlathoz nincs kötve, mert a forró égővben is találkozunk velük. Természetes azonban az, hogy minél magasabbra emelkedik a hóhatár az egyes éghajlati övekben, a glecserek száma annál több.

Míg tehát a trópusokban csak egyes vulkánóriások emelkednek a hóhatár fölé, pl. Kelet-Afrikában a Kilimand-saro hatalmas csúcsa a 6000 m magas Kibo, a mérsékelt égővben számos hegyrendszernek — a Kibónál sokkal csekélyebb magasságú csúcsai — örökös jégköpenybe burkolóznak.

A mi kontinenstünkön, Európában, a legdélebben fekvő jégár a Pyrenäk Sierra Nevada nevű hegyesportjában 2900 m magasságból leereszkedő Corral gletscher, a legtöbb glecsert azonban az Alpok hegyrendszere mutatja fel, hol a számuk a 2000-et meghaladja. A leghatalmasabb közöttük a 24 km hosszú Aletsch-jégár, mely önmaga 130 km^2 -nyi területet borít el tömegével.

Az ázsiai Kaukázus glecserei is vetekednek ugyan az Alpok jegeivel, a leghatalmasabban azonban a Belső-Ázsiát szegélyező óriás hegy-ségekben van e tünemény kifejlődve, t. i. a Himalaya, Karakorum, Hindukus, Tien-San és az Altai hegyrendszerekben.

Amerikában a Cordillerák és az Andések láncolataiban a jégáraknak egész sorát találjuk, melyek — különösen Dél-Amerikában — egész az Ozeánig lehúzódnak.

A sarkvidékeken a forró és mérsékelt égőv glecser-tüneményeivel szemben a *belsőjég* birodalma kezdődik. Itt a szárazföldnek majdnem egész felületét óriási jégmező borítja, mely hatalmas jégárakat bocsát a tengerbe. Semmi sem vész itt el olvadás által, nappal csak a legfelsőbb hólep-

lét olvasztják fel a Nap sugarai, de patakok nem támadnak, mert az éjjeli fagy ismét mindent leköt.

A beljég uralma már Norvégiában kezdődik, hol a Jostedalstrå jégmezője — fjeld — 900 km²-nyi területet temet jégkérege alá. Island 13.400 km²-nyi jégburkolattal, a Spitzbergák, a Ferencz József-föld, leginkább pedig Grönland, melynek jégvilágát csak Nansen 1888-iki híres utazása tárta fel előttünk teljesen, majdnem egész kiterjedésükben örökös jéggel vannak borítva, épúgy, mint a déli sark eddig ismeretes vidéke.

Amint a tengerbe torkoló sarkvidéki glecsereknek jég-tömege mélyebb tengerbe jutva úszni kezd, alulról fölfelé csakhamar megtörik, mivel könnyebb, mint az általa kiszorított víz sulya; ezután a glecsertesttől elszakadt részeket valamely áramlat sodrába kapja s mint önálló, sokszor óriás nagyságú jéghegyeket magával hurczolja s néhol a 40. szélességi fokig is elszállítja. A felületükre gördült földet, néha hatalmas nagyságú sziklatömböket és egyéb morénaomladék-anyagot természetesen magukkal tova szállítják. Nagyságukról csak akkor alkothatunk helyes fogalmat, ha elképzeljük, hogy tömegüknek csak $\frac{1}{7}$ -e áll ki a vízből. A hajósok, kikre e jéghegyek sokszor veszélyessé válhatnak, nappal már messziről felismerhetik őket, mert sűrű ködfátyol veszi őket körül. A jéghegyek nemcsak a tenger vizének hőmérsékletét szállítják alá, hanem a partvidék éghajlatára is nagy befolyással vannak.

A napsugarak hatása a jéghegyek külsejének mindenféle fantasztikus alakokat kölesönöz s őket folyton kisebbíti; végre — mind melegebb vidékre jutva — a jéghegyek szét-töredeznek s vagy a nyílt tengerben, vagy valamely lapos partra kivette elolvadnak s morénaanyagukat a fenékre ejtik.

Az északi sarkvidék óriási jéghegyeinek, melyeknek tömege egyes években 21 millió köbméterre rug, főszülőhelye Grönland és Ferencz József-föld.

Azon körülményből, hogy a glecserek hatásának nyomait — és pedig a sziklafalakba bekarcozott rovátkákat, a morénaomladékot és egyes nagy szikladarabokat, néhol pedig egész szikla-óriásokat, úgynevezett *vándorköveket* (erratische Blöcke) — ma oly vidékeken és helyeken is felleljük, hol jelenleg glecserek egyáltalában nincsenek, a tudósok azon következte-

tésre jutottak, hogy hajdan egy oly korszaknak kellett léteznie, melyben az éghajlat a mainál sokkal hidegebb volt, úgy, hogy a jégárak sokkalta nagyobb tömegben és terjedelemben húzódtak le a hegységekről és borították be jéggel a szomszédos mélyföldek messze vidékeit.

Ezen úgynevezett *jégkorszakban* az újabb kutatások több alszakaszt állapítottak meg, melyekben a jégárak hol visszahúzódtak, hol ismét előnyomultak, úgy, hogy az egész jégkorszak, mely alatt földünk mai alakja lassanként kifejlődött, sok-sok évezredekre tehető. A jégkorszak azonban mindenesetre a legújabb geológiai korszaknak egyik része (lásd 11. fejezet), mert különben hatásainak nyomai már sokkal jobban elmosódtak volna. E korszak lerakodmány-anyagát *dilluviumnak* nevezzük.

Hogy mekkora lehetett a jégkorszakban a glecserek előnyomulása, megítélhetjük abból, hogy nemcsak az Alpok vagy a skandináviai hegyek ma teljesen jégtől mentes völgyeiben találunk glecserneromokra, hanem azokat pl. a Fekete-Erdőben, a Vogesekben és Kárpátokban is fellelhetjük, hol jelenleg jégárak egyáltalában nincsenek.

De a hegyeken kívül a nagyterjedelmű mélyföldek, pl. Európában a nagy orosz Szarmata-síkság, a nagy Germán mélyföld, a Pó mély-síkja stb. mind be vannak hintve vándorkövekkel és morénaomladékkal, melyeket könnyen felismerhetünk, mert kőzetük a messze fekvő hegységek anyagára vall és merőben elüt azon talajkéregtől, a melyen fekszenek.

Mindezen jelenségek nemcsak a jégkorszakbeli glecserek tetemes kifejlődését, hanem azt is bizonyítják, hogy azon időben a jelenlegi mélyföldek egyes vidékeit tenger borította, s ez a tenger jéghegyeket szállított tova, melyek végül felolvadva, létük emlékéül vándorköveiket a fenékre ejtették.

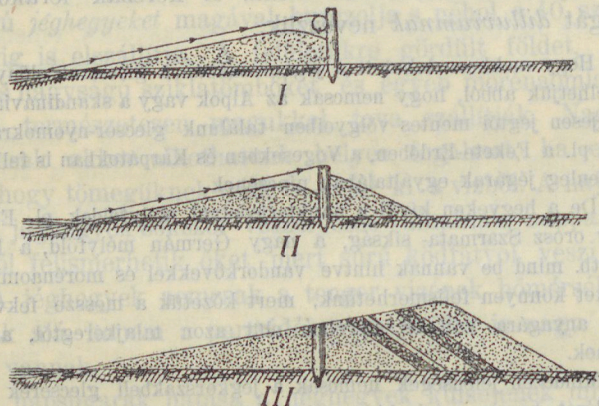
b) A szél munkája.

A szél hatalmas *lefúvó ereje* (deflatio), valamint annak tovaszállító képessége különösen oly vidékeken nyilatkozik meg elemi erővel, a hol sebességét mi sem mérsékli, míg ott, hol a talajt növényzet borítja, a súrlódás a szél erejét többé-kevésbé lankasztja, ott pedig, hol a felület jég- és hóköpenybe burkolózik, a szélnek alkalmas támadó pontja nincsen.

A szél hatásának legalkalmasabb színhelyei tehát a fedetlen róna, pusztaság és sivatag, valamint a hegységek magasabb régiói.

Míg a víz csak lefelé szállít, a szél tovahordó ereje fel és lefelé egyaránt érvényesül, s bizonyos tekintetben a nehézségi erőtől is független. A hol a víz megfagy, ott munkája megszűnik, a szél tevékenysége ellenben az egész Földön működik, úgy a legmagasabb szélességi fokok alatt, mint a hegységek égbe nyúló csúcsain.

A sivatagokban a szél kőzetpusztító hatása óriás arányokat ölt. A hajszálrepedésekbe betóduló szél onnan finomszemű kötőanyagot aprít ki és visz tova s így a kőzetek összefüggését meglazítja. A viharok és orkánok azután a magukkal sodort homokot a sziklákhöz csapják s azokat horzsolják és koptatják, a mit számos simára és élesre esiszolt sziklaél mutat. Idővel, minthogy az elmállás egyéb pusztító eszközei is közre-



66. ábra. Dünaképződés Supan után. I. alakulás, II. átalakulás, III. alakulás.

működnek, a sziklatömegek összetörpülnek, darabokra válnak, ezek ismét szétapróztatnak, s a hegyek romalakú szilalahalmazok képét tüntetik a szemlélő elé.

A szél a magával vitt anyagot vagy egyenletesen teríti szét, ilyen pl. a sivatagok futóhomokja, vagy dombokat, halomokat, buczkákat rak fel. A dombalkotás módját legjobban a tengerparton figyelhetjük meg, ha egy karót verünk a lapos partmellék földjébe. A tenger felől jövő szél a hullámverés lerakta homokot, amint az megszáradt, felkapja és befelé viszi. A karó előtti buczka (66. ábra) mindinkább magasodva, végül a karó felső végével egy színbe jut, azután pedig annak partfelőli oldalán is felhalmozódik. A buczka

(Düna) további gyarapodásának most már mi sem áll útjában. A III. alakulás azt is mutatja, hogy a szél ereje szerint az építő anyag hol durvább, hol finomabb. A karót a természetben a legkülönbözőbb tárgyak helyettesítik: fatuskók, kagylórakások, cserjék, bokrok stb. Mint már a hullámverés tárgyalásánál említettük, néhol, egyes dombok helyett, összefüggő *homokgátak* (Dünenwälle) keletkeznek.

Európában a leghatalmasabb (60–70 m magas) dúnák Franciaország Landesjain képződtek, míg a Keleti és Északi tengeréi csak 30–40 m magasságot érnek el.

A dúnák a szelek hatása folytán szüntelen befelé vándorolnak a parton, nagy területeket elhomokosítanak, a lakosok telepeit hátra sorítják, a szárazföld belseje felé, sőt néhol egész erdőket eltemetnek. Végül egymás mögött egész dombsorozatok keletkeznek, melyek közül a legbelül esők a legmagasabbak.

A Landes-okban a dúnák évente átlag 1–2 m-el, némely helyen azonban, pl. Teste és Lége környékén 20–25 m-el húzódnak beljebb, míg a Frische Nehrung és a Kurische Nehrung évenként 5½ m-el halad a parton befelé. Napjainkban a dúnák földjét hosszúszerű gyökereket verő növényekkel iparkodnak lekötöni.

A kontinensek belterületein, hol a nyarak szárazak és forrók, pl. Oroszország déli részében, nyílt, homokos és lapos folyó völgyek mentén alacsony *folyódúnákat* találunk, melyek különben a mi Nagy-Alföldünk területén torkoló folyóink mentén sem ritkák. A szél által összehordott homokdombok néha 150–200 m. magasságot is elérnek. Ezeket azonban természetesen csak a sivatagok óriás térségein találhatjuk.

Bármily csekélynek tűnik is fel a szél tovahordta *por lerakódása*, jelentősége mégis igen nagy, mert a por igen különböző ásványi, (főleg agyagnemüekből álló) valamint szerves anyagokat tartalmaz, melyek felhalmozódva — természetesen kedvező éghajlati viszonyok mellett — kiválóan termékeny talajt alkotnak.

Lősznek hívják ezt a hazánkban is nagy területeket borító aeoli (szél lerakta) képződményt, mely sárga agyagból némi homokból és csekély szénsavas mészből áll. A patakok és folyók medre mélyen vajúdik be a lősztalajba, mely merőleges falakat alkot, úgy hogy a lakosság pinczéket, sőt lakóhelyeket is váj beléjük.

A legnagyobb löszterület China északnyugati részében van, hol a löszréteg vastagsága egyes vidékeken 600 m-t tesz ki s akkora felületet borít el, mint az egész Német birodalom. Alig csekélyebb kiterjedésű Észak-Amerikában a Prairiek, Dél-Amerikában pedig a Pampas síkság löszfödte lapálya.

Európában a Rhöne völgyében, a Rajna és a Duna folyamok területén, továbbá különösen a nagy magyar Alföldön és a román Mélyföldön, azután Thüringiában, Észak-Csehországban, főképen azonban Galiciában és Bukovinában találunk nagyobb 30–60 m. vastag lösz-területeket.

A szél tovaszállító erejének bizonyosságai a nagy magyar Alföldön a Nyírségen és a Duna–Tisza-közben előforduló vándorló homokbuczkák is, melyeket az uralkodó északkeleti szél a Kárpátok aljáról fúj mind jobban nyugatra, míg a dunántúli Felföld lábainál végkép megpihenhettek. Legnagyobb részüket pl. Kecskemét vidékén a Kún földhátat már lekötötték növényzettel, a deliblati homokpuszta s a telecskei dombok (Szabadka körül) beültetése pedig folyamatban van. Mindazonáltal különösen a telecskei dombok vidékén ma is vannak vándorló homokbuczkák, úgy, hogy nagyobb szél után az egész tájék más alakot ölt.

II. A geológiai korszakok.

Az eddigi fejezetekben láttuk, minő hatalmas belső és külső erők működtek azon, hogy Földünk kérgét millió és millió évezredek folyamán megváltoztassák, átalakítsák. A Föld történelmének tanulmányozásánál igen nehéz volna most, midőn úgyszólván kő kövön nem maradt, úgy az ülepedési (szedimentáris), mint a kitörési (erupezionális) kőzetek (lásd 6. fejezet) képződésének sorrendjét s így a Föld történelmének korszakait megállapítanunk, ha maguk a lerakódások nem volnának a legrégebbi biztos oklevelei a Föld geológiai történetének.

Bizonyos az, hogy az újabb keletkezésű felső rétegek alatt régebbi korszakhoz tartozókat, s ezek alatt ismét régebbi képződésűeket találunk, s így rétegről-rétegre szállva, a Föld puszta vázáig, azaz azon kőzetig jutunk, melyeket a felső tömegek nyomása és a bolygó izzó belsejének hőfoka annyira elváltoztatott a századok folyama alatt, hogy rétegesülésük többé föl nem ismerhető. (Őskőzetek.)

Az egymásra rakott kőzetek nemcsak elhelyezkedésük sorrendje, hanem a bennük foglalt szerves állati és növényi

maradványok tökéletességi foka által is hirdetői a maguk régiségének. Azt ugyan nem mondhatjuk meg, hány ezer század folyt le, míg egy-egy réteg kiképződött, de a kőzetek sorozatából kitanulhatjuk és megállapíthatjuk azoknak legalább a viszonylagos (relatív) korát s ebből következtethetünk a Föld történetére.

A viszonylagos kor alatt azt értjük, hogy valamely kőzet egy másiknál előbb, vagy utóbb képződött-e.

A földtan (geológia) a földrajz e kiválóan fontos segédtudománya, mely a Föld alkatrészeinek kutatásával foglalkozik, Földünk fejlődésének harmadik időszakától (stadium) kezdve, midőn az első kőzetnem vékony salakszerű hártya alakjában képződött az izzó felületen, a kőzeteket, a rétegek fekvése és kövesült állapotban levő szerves lények szerint, formációkba vagy rendszerekbe és ezekben ismét formációcsoportokba foglalta össze.

Idő tekintetében a formációknak időszakok, a formációcsoportoknak pedig korszakok felelnek meg.

Őt ily geológiai korszakot ismerünk.

I. Őskor vagy archai, vagy prozói korszak: innen származnak a gneisz, a kristályos palák, továbbá az ú. n. ősránit és a syenit, melyeket mint a legrégebbi (fundamentális) alaprétegeket, a földburok megszilárdulásának első kőzeteit «őskőzet»-nek is neveztünk. Bennük a szerves lényeknek csak igen kétes nyomai lelhetők fel.

II. Ókor vagy primár, vagy paläozói korszak: ide tartoznak a kambri, szilur- és devon-formációk, továbbá a kőszén és a perm- vagy dyasz rendszerek. A három első alakulás leginkább hatalmas konglomerát-, homokkő-, főveny- és agyapala-rétegekből áll, vagyis a kristályos palák és a legidősebb kitörési (eruptív) kőzetek hordalék-tömegéből. A kőszén óriási posvány és mocsár erdőségek anyagából lett a víz által főképen a hajdani tengerpartok mellékére, azután a különböző kőzetek réseibe és szakadékaiba összehordva. A dyaszban a vörös homokkő uralkodik, továbbá csekély réztartalmú agyapala is fordul elő; a tengerekből pedig ez időben terjedelmes gipsz- és kősórétegek rakódtak le.

Különben e korszakban és különösen a kőszén formáció végével Földünk a hegyképződésnek és a rétegek hatalmas vetődésének, felforgatásának színtere volt. Igen sok kitörése az izzó bensőnek szakította szét a meglevő burkot és pedig e korszak elején a gránit, később a porfir tömegei.

A szerves lények közül csak a halak és kételttek legkezdetlegesebb, ma már kihalt fajai vannak képviselve.

III. A középkor vagy *sekundär*, vagy *mesozói* korszak: a triasz, jura és kréta formációkkal.

A triasz tarkahomokkő, kagylómész, keuper és nagyszámú kőszén-üledéskő, a jura fekete mész, agyag, pala, márga és korallmész-rétegekből áll, míg a kréta-rendszer részben kőzshomokkővet (fiatalabb kőszén-agyazatok által áttörve), részben krétameszet tartalmaz.

Általában véve a Föld történetének ezen korszaka az előbbinél nyugalmasabb volt, habár eruptív-kőzetek ez időben is áttörték gyengébb ellenállású helyeken a Föld kérgét. Serpentin és porfir mellett itt már bazaltok és trachytok jelennek meg.

A szerves lények közül a jelenlegi állatvilág előhírnökei jelennek meg, de még mindig igen alárendelt szervezettel.

IV. Újkor vagy *tertiär*, vagy *kánózói* korszak: az ó-tertiär (eocén) és új-tertiär (neogen) alakulásokkal.

Az új-kornak különösen középső része a hegységképződésnek ismét hatalmas átdomitó, a meglévőt szétromboló erő kifejtését tünteti fel épügy, mint a kőszén-rendszer végső szakasza. A jelenlegi földfelület nagy hegy-rendszereit e korszak tolta fel magas hegységekké s a rétegek eltolódása számtalan helyen nyitott rést az erupezionális tevékenység számára. Bazaltok és trachytok tömegei ömlöttek szét széles tetőzeteket alkotva mindenfelé.

Az üledései kőzetek közül, melyeket részint a tenger, részint az édesvíz rakott le, különösen kiemelendők: az ó-tertiär formációjában a konglomerátok, különösen a vulkáni kitörések tuffanyagának lehordott törmeléke, főképen azonban a kagylómész; az édesvíz lerakta rétegekben pedig nagy kiterjedésű barnaszéntelepek. Az új-tertiär alakulások közül kiválik a homokos-márgás flysch és a fiatalabb képződésű barnaszén.

A növény- és állatvilág képviselői mind nagyobb számmal és fejlettséggel jelennek meg s az emlősök faunája gyorsan tökéletesedik.

Általános a nézet, hogy a Föld ezen korszakban nyerte nagy általánosságban jelenlegi képét.

V. *Legújabb kor*, vagy *quartär*, vagy *anthropozói* korszak. (Az ember korszaka).

Ide tartoznak a dilluviális és alluviális formációk.

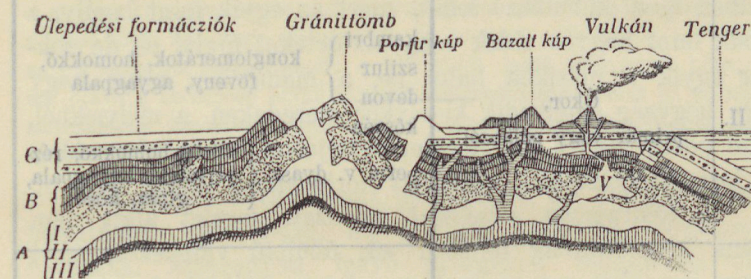
Feltéve, hogy a terciär korszak végén a jelenlegi földségek és tengerek főkörvonalaikban, valamint a legfontosabb hegységek a völgyeikkel és teknőzeteikkel már megalakultak, a legújabb kor egyes területeken mégis tetemes változásokat hozott létre. A legjelentékenyebb hatást a jégkor gyakorolta, mely a sarki valamint a magas hegységi jegesek hatalmas meggyarapodása és ismételt előnyomulása következtében, a síkságokat és a hegységek szomszédságát laza törmelékanyag többé-kevésbé vastag rétegeivel vonta be, melyek akár mint különféle nagyságú vándorkövek, akár mint görgelések, vagy mint legfinomabb gleccseragyag a szilárdabb kőzettelapazatot helyenként teljesen elborították.

Ezen úgynevezett dilluviális képződmények után következnek a legújabb alluviális hordalékok, melyeken kiváltképen az alacsony tenger-

partok mentén, valamint a folyóvizek völgyeiben áradások után keletkezett lerakodmányokat értjük, melyek ma is úgyszólván szemünk láttára tovább képződnek. Ide sorolandók még a szelek lerakodmányai is. (Lósz).

Az imént felsorolt formációk sorrendje sok helyen hézagos, egyes rendszerek néhol egészen hiányoznak, a rétegek vastagsága pedig mindenütt igen különböző. A jelenlegi nagy kontinensek talaját ismételve árasztotta el a tenger, mely azután valamely későbbi korszak alatt megint más mederbe szorult. A kréta-formáció rétegei például nem fekszenek mindentűtt az előbb képződött jura és triasz alakulásai fölött, hanem helyenként a paläozói, sőt néhol az archái korszak képződményein, bizonyítékul annak, hogy a tenger a kréta-rendszer folyamán túllepte partjait és nagy kiterjedésű szárazföldeket özönlött el.

Ha az egyes formáció-csoportokat s a bennük leülepedett rétegek vastagságát egymással összehasonlítjuk, akkor,



67. ábra. A szilárd földkéreg ideális metszete Hann után.

A = eruptív formációk: I paläolithok, II mezolithok, III kánolithok. B = őskőzetek, prozoi formációk. C = üledései kőzetek, paläozói, mesozói, kánózói, anthropozói formációk. V = vulkánüst.

ha nem is fejezhetjük ki a geológiai korszakok tartamát években, de bizonyosnak látszik az, hogy a fiatalabb formációk és korszakok a régieknél rövidebb időtartamúak voltak, épügy, mint a világtörténelemben, hol az ókorra 4000, a középkorra pedig csupán 1100 esztendő esik.

Földünk jelenlegi felülete az ő össze-vissza hányt, torlódott, hasogatott rendszertelen rétegeivel és erupezionális tömegeivel a millió meg millió évekig tartó geológiai fejlődés folyamatának eredménye ugyan, azonban képét még most sem tekinthetjük kész egésznek, hanem most is csak átmeneti alakulásnak, úgy hogy mostani térképeink alig mondhatók egyebeknek, mint a jelen pillanat «gyorsfényképeinek».

IV. RÉSZ.

A szárazföld egyenetlenségei.

12. A szárazföld domborzata.

Az orografia alapját a *sík* és *nem sík* fogalma adja. E két fogalomnak egymás közti viszonya azután a természetben igen különböző lehet, mert az egyik mint lapály, a másik mint hegyes vidék nagy területeket foglal el, de sokszor egyik a másikba hatol be, a mennyiben majd hegy vagy hegység emelkedik ki olykor meredeken a mélysíkból, majd pedig bent a hegyterület belsejében egy minden oldalról heglánczolatokkal körülvevett terjedelmes síkság terül el.

A földrajzban *síkságnak* nevezett terület alatt nem értünk geometriailag teljesen sík felületű vidékeket, mert hiszen ilyeneket a természetben alig is találunk, hanem oly nagyobb terjedelmű lapályokat, melyeken bár kisebb-nagyobb hullámok, dombok, halmok, vagy széles, lapos földhátak vonulnak is végig, de túlságos csekély emelkedésűek, sem-hogy a síkság általános jellegét megváltoztathatnák.

A síkságokat különböző vidékeken különböző néven nevezi a lakosság. Hazánkban *alföldnek*, *rónának*, délkeleti Európában *pusziaságnak* (Steppe), Ázsiában és Afrikában *sivatagnak* (Wüste), a mivel nagyrészt a termékenység fokát is kifejezi. Észak-Amerikában a *Szavannák* vagy *Prairie*ek Dél-Amerikában a *Llanos*, *Selvas*, *Pampas* elnevezések ismeretese.

A síkságokkal ellentétben a szárazföld kiemelkedései vagy egyenetlenségei sokkal nagyobb változatosságot mutatnak fel. Igen kis földdudorodásokat *hullámoknak*, nagyobbakat *halmoknak*, ha igen széles alapúak és bizonyos irányban

messze elhúzódnak, *földhátaknak* neveziünk. A nagyobb emelkedések neve *hegy*, több összefüggő hegy sorozata *hegységet* alkot, több földtani összetételénél fogva ugyanazon eredetű, tehát egymáshoz tartozó hegység pedig *hegyrendszer*t.

Azon metsződési vonalat, melyben valamely hegyvonulat lejtői egymással találkoznak, a metsződés élessége szerint *tarajnak*, *gerincznek* vagy *hátnak* hívjuk. A gerincz rendszerint a hegység fővízválasztóvonala s iránya majd egyenes, majd ívalakú, de sokszor megtörik, ki- és beszögelléseket alkot.

A gerinczekből kiemelkedő *hegycsúcsok* a hegységek legfeltünőbb részei, melyek gyakran igen különös formájukkal, festői alakjukkal vonják magukra figyelmünket.

Svájczban például igen sok tű, torony, szarvalakú csúcs van, pl. a Matterhorn, Finsteraarhorn, Grosser Thurm, Piz Buin stb. Nálunk a merész kiemelkedéseket *kő* névvel illetik, pl. Királykő, Székelykő; a lapos tetők *tető* vagy *bércz* néven, a hirtelen előszökellők *orr*, *orom* néven fordulnak elő a népnél; a sík vidék lakta magyarnak nincs oly sok szava a különböző alakú csúcsok megnevezésére, mint pl. az alpesi tartományok lakosainak (Spitze, Pik, Horn, Thurm, Nase, Kegel, Kopf, Koppe stb.).

A gerincz bevájódásait *nyergeknek*, ha mélyen vannak bemetszve, *hasadéknak*, ha alapjuk szélesebb, *barázdának* nevezzük. Alacsonyán fekvő nyergeken rendszerint utak vezetnek át, mert a hegygerinczen itt kelhetünk át a legjobban. Ezen utaknak legmagasabb pontját, hol a nyergen keresztül a gerincz vonalát átszelik, *hágóknak* hívjuk.

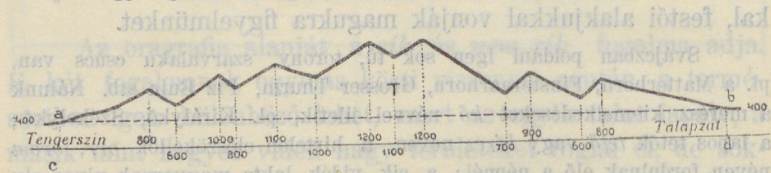
A Szt.-Gothárd, Reschenscheideck, Brenner-hágón stb. az Alpokban, a jablunkai, vereckzei, körösmezei, Gyimes stb. hágón a Kárpátokban igen fontos közlekedési vonalak vezetnek át. Képződésükről részletesebben már a 10. fejezetben volt szó.

Hegyoldalak alatt a hegygerincz lejtőit értjük. Ezek meredekségét a *lejtési szög*, vagyis azon szög által fejezzük ki, melyet a hegyoldal a hegység alapvonalával berekeszt.

Hogy valamely hegység magassági viszonyairól, általános jellegéről s egyéb fontos részleteiről könnyen és gyorsan fogalmat nyerhessünk, a *hegyleíráshoz* (orometria) kell folyamodnunk, mely az emelkedések oly nagyon változatos alakjait egyes könnyen áttekinthető, a közepes arányt kifejező számokba foglalja össze és így gyorsabban tájékoztat, mint a

hegyalakulásoknak hosszú szavakba foglalt esetelése. Az orometria az egyes hegyrendszereknek egymással való összehasonlítását is lehetővé teszi.

Valamely hegység *csúcsainak és nyergéinek közép-magasságát* oly módon állapíthatjuk meg, ha az összes csúcsok illetve nyergék tengerszínfeletti (abszolút) magasságának középátlóját kiszámítjuk. Ha a csúcsok közép-magasságából a nyergék közép-magasságát levonjuk, az illető hegység *résezetének közép-magasságát*, ha pedig a csúcsok és nyergék közép-magasságának számtani középátlóját vesszük, az illető hegység *gerinczeinek közép-magasságát* nyerjük. (68. ábra.)



68. ábra. Láncsolatos hegység metszete.

$$\text{A csúcsok közép-magassága } C = \frac{800 + 1000 + 1100 + 1200 + 1200 + 900 + 800}{7} = \frac{7000}{7} = 1000 \text{ m.}$$

$$\text{A nyergék közép-magassága } N = \frac{600 + 800 + 1000 + 1100 + 700 + 600}{6} = \frac{4800}{6} = 800 \text{ m.}$$

$$\text{A hegység résezetének közép-magassága } R = C - N = 1000 - 800 = 200 \text{ m.}$$

$$\text{A hegység gerinczeinek közép-magassága } \frac{C + N}{2} = \frac{1000 + 800}{2} = 900 \text{ m.}$$

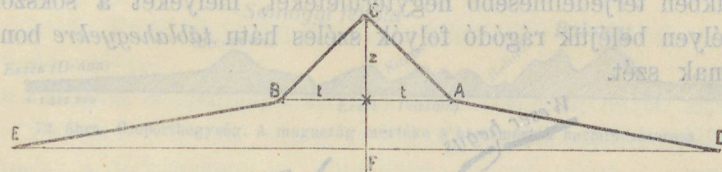
A gerinczek és csúcsok közép-magasságából ítéletet alkothatunk magunknak az egész hegyterület kiemelkedéséről, a résezet közép-magasságából pedig tájékozást nyerünk a hegygerinczek zárkózott, tagolatlan, vagy széthasogatott voltáról s így következtetést vonhatunk arra, — a mi katonai tekintetben is igen fontos, — hogy az átkelés a hegységen könnyű-e, vagy — csekély résezetnél — nagy emelkedéseket s így tetemes akadályokat kell az áthatolásnál leküzdenünk.

Így például Svájcban a berni Alpok gerinczének közép-magassága 2550 m., a középső gerincz résezete pedig 350 m.; a Fekete erdő gerinczének közép-magassága 770 m., de résezetének közép-magassága csupán 36 m. A Fekete erdő gerincze tehát sokkal alacsonyabb, de zárkózottabb a berni Alpok főgerinczénél.

A hegység lábainak szintjében képzelt sík és a szárazföld alatt is folytatva gondolt tengerszín síkja között fekvő egész földtömeget (*abdc* 68. ábra), a melyen tehát a hegység nyugszik, a hegység *talapzatának*, a szélső hegyoldalak által bezárt területet — *T* — a hegység *törzsének*, vagy

tömbjének, a valamennyi közül legkiemelkedőbb csúcsot pedig a *legmagasabb*, vagy *uralkodó csúcsnak* hívjuk. Ilyen pl. az Alpokban a Mont-Blanc 4811 m, a Kárpátokban a Ferencz József (gerlachfalvi) csúcs 2663 m magassággal.

A *hegyoldalak lejtősödésének középátlóját* szintén kiszámíthatjuk. Ehhez a hegység talapzata mentén — többé-kevésbé az egész hegyterületre arányosan elosztva — ismert magasságú völgypontokat (*AB* stb. 69. ábra) választunk és azok magasságát a gerincz közép-magasságából levonjuk, miáltal a kettő közti magasságkülönbséget (*k*) nyerjük. Ezután a térképről a völgypontok vízszintes távolságát (*t*) a *CF* ge-



69. ábra. A hegyoldalak lejtősödése.

rinczvonaltól körzővel lemérjük s ezen adatokból az illető hegyoldal lejtési szögét — tang. $\alpha = \frac{k}{t}$ — kiszámítjuk. Az így nyert adatok középátlója a hegyoldalak átlagos lejtősödését adja.

A hegyoldalak közepes esése számos okból igen fontos. Orográfiai szempontból szükségünk van rá, hogy a hegység törzsének köbtartalmát s így az egész hegység tömegét meghatározhassuk, közlekedés tekintetében pedig tájékozott azon nagyobb vagy kisebb nehézségek felől, melyeket a hegységen való átkelés elibénk gördít.

A hegyoldalak meredek vagy menedékes eséséből következtethetünk továbbá az egész hegyterület növényfödőzetére, tehát gazdasági értékére is, mert túlmeredek lejtők rendszerint sziklásak és a művelésre alkalmatlanok, míg az enyhébbeken a talajművelés vagy az állattenyésztés különböző ágai honosodnak meg.

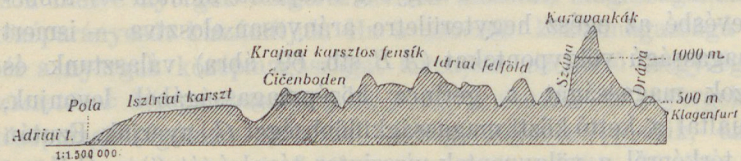
A lejtők meredeksége természetesen a rajta lefolyó vizek vad, zabolátlan, vagy szelíd jellegére is döntő befolyást gyakorol.

A szárazföld egyenetlenségeit háromféle szempontból ítéelve lehet könnyebb jellemzés céljából osztályoznunk és pedig *külső alakulásuk, magasságuk és keletkezésük* szerint.

a) A domborzat beosztása a külső alakulás szerint.

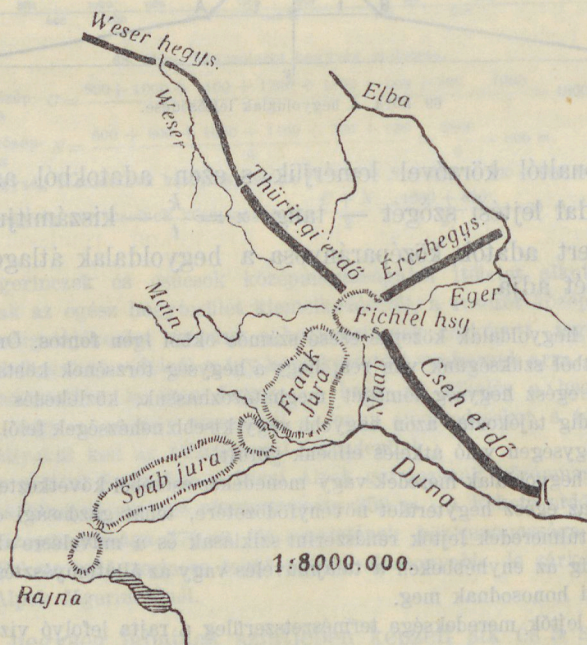
Megkülönböztetünk:

1. *Platóhegységeket*, vagy *táblavidékeket* (70. ábra), széles, egészben véve lapos felülettel bíró hossz- és szélességi mére-



70. ábra. Platóhegység. A magasságmérték a hossz mérték harminczszorosa.

tekben terjedelmesebb hegyterületeket, melyeket a sokszor mélyen beléjük rágódó folyók széles hátú *táblahegyekre* bontanak szét.



71. ábra. Tömeghegység.

Ilyen hazánkban, Horvátország délnyugati részében az u. n. Magas-Horvátország karszt-platója, továbbá Ausztriában az isztriai karszt-plató, a Német középhegység területén a Schwäbische Alb stb.

2. *Tömeghegységeket*, vagyis zárközött, tagolatlan, határozott csapásirány nélküli tömegemelkedéseket, melyekből a völgyek rendszerint sугáralakuan ágaznak szét. A tömeghegységek többnyire nagyobb hegyrendszereknek, vagy hegységeknek központi magvát képezik.

Ilyenek pl. az Ortler, az Adamello a svájcei Alpok déli vonulatában, a Fichtel hegység a hercezyi hegyrendszerben (71. ábra), s ilyennek mondható nálunk a Királyhegy is az Alacsony-Tátrában, melyből a Vág, Garam, Göllnicz és Hernád völgyei erednek.

3. *Csoporthegységeket*, azaz önálló, rendszertelenül egymás mellé helyezett s csupán tövükben összefüggő emelkedéseket, melyek többnyire kúp alakúak, miért is őket *kúphegy-*



72. ábra. Csoporthegység. A magasság mértéke a hossz mérték harminczszorosa.

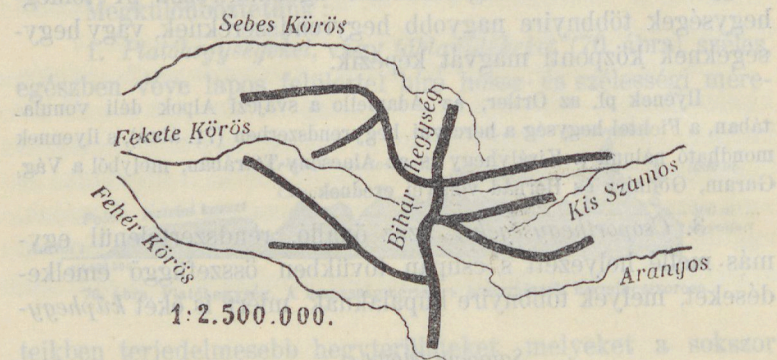
ségeknek is hívjuk. Közeteik rendszeren vulkanikus eredetre vallanak. (72. ábra.)

Ilyenek hazánkban a Hegyalja, a Vihorlát-Gutin trachytból alkotott kúpsorozatai, továbbá a balatonmelléki Bakonynak várromokkal ékesített festői bazalt kúpjai is, mint a Csobáncz, Tátika, Szigliget, Somlyó, Badaesony stb.

4. *Lánctalos hegységeket*, határozott csapásiránnyal bíró, néha több egymással vagy párhuzamos, vagy kisebb-nagyobb szög alatt elágazó gerinczcel és háttal s ezek között, vagy ezek mentén jól kifejlett hosszvölgyekkel, melyekbe rövidebb harántvölgyek torkolnak. A hegység hossz mérete rendszerint felülmúlja szélességi méretét; a lánctalosokban, vagy több lánctalos közé ékelve, nem ritkán tömeghegységek, valamint platóvidékek is fordulnak elő. (73. és 74. ábra.)

A lánctalos hegységek egyes tagjait *hegylánctaloknak* nevezzük, a melyek a hegyoldalak metsződésének élessége szerint *hegygerinczek*, vagy *hegyhátak* lehetnek. Megkülönböztetjük továbbá a *főgerinczet* a belőle kiágazó, vagy nálánál alacsonyabb *mellégerinczek*től, vagy *oldal ágaktól*; ha ellenben a gerinczek egymással párhuzamosak, a hegységet *pár-*

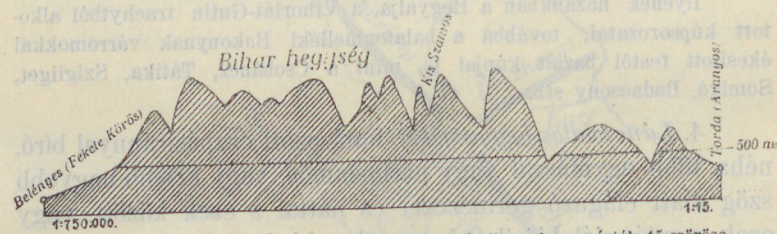
huzamosan tagoltnak mondjuk. A hol több gerincez egy és ugyanazon ponton egyesül egymással, ott *hegyesomó* kelet-



73. ábra. Lánczolatós hegység.

kezik. Ilyen pl. a Piz Buin a rhäti Alpokban, a Retyezát az erdélyi Kárpátokban stb.

Földünk legkiterjedtebb és legmagasabb hegyrendszerei mind lánczolatós hegységek. A legnagyobbak közülök Európában az Alpok, a Pyrenäk, a Kárpátok, az Ural, Ázsiában a Kaukázus, Himalaya, Kuen Lün



74. ábra. Lánczolatós hegység. A magasság mértéke a hossz mérték 15-szöröse.

Karakorum, Tien San stb. Észak-Amerikában a Cordillerák és a Sziklás hegység, Dél-Amerikában az Andések, Új-Zélandban pedig annak déli Alpesei stb.

Mіндеzen hegységeknek eredete közös és Földünk kérgének ránczósodására, gyűrődésére vezethető vissza, miről később még részletesebben szólnunk.

Ha valamely hegység külső szegélyén, hol annak hegyoldalai enyhén ereszkednek a lapály felé, — mint azt számos hegyterületnél láthatjuk, — az esés hirtelen változik, vagyis a menedékes lejtő meredek hegyoldallá válik, ott *hegylépcső*

keletkezik; ha pedig valamely hegyterületnek a síkságba átmenetét több ily szakasz közvetíti, azt *lépcsőzetes, vagy térfokos vidéknek* nevezzük.

Ily lépcsőzetes vidéket alkotnak az Erdős Kárpátok nyúlványai Galicziában, míg azok lassanként a Szarmát mélyföldben vesznek el, stb.

b) A domborzat beosztása magasság szerint.

A szárazföld alakzatai lehetnek:

1. *Mélyföldek*, vagyis oly szárazföldi területek, melyek a tenger színe felett 200 m.-nél magasabbra nem emelkednek és

2. *Felföldek*, a tenger színe felett 200 m.-en túl emelkedő vidékek.

Ezen beosztás, habár csak általánosságban is, de a leg-rövidebben jellemzi valamely terület domborzati alakulását, mely a térképeken — különböző színezés által — szintén könnyen kifejezhető s így gyors áttekintést nyújt. Így mondjuk például: Európa területének $\frac{2}{3}$ -a mélyföld, $\frac{1}{3}$ -a pedig felföld.

ad 1. A mélyföldeken úgy egészen sík vidékek, *mély-síkok*, part és völgy síkságok, lapályok, medenczék, valamint egyenetlen területek, dombok, alacsony földhátak, sőt egyedül álló hegyek és kisebb hegycsoportok is fordulnak elő.

A Szarmát mélyföld például, mely csaknem egész Oroszországot borítja, csupán egymással váltakozó mélysíkok- és földhátakból áll, közepén pedig a Valdai magaslat 350 m.-re emelkedik a tenger színe fölé.

A nagy magyar Alföldön a Nyírség, a Kunság homokbuczkái, a telecskei dombok, a tételyi fensík stb. mind kiemelkedő vidékek, de átlag csekélyebb jelentőségűek, semhogy a mélyföld jellegét megváltoztathatnák.

A tenger felszínénél is mélyebben fekvő mélysíkokat *süppedékeknek* nevezzük.

Ilyen a kaspai depresszió, a hasonnevű tó környékén, mely 26 m.-e fekszik a Fekete-tenger színe alatt. Németalföldön a Holland és Seeland tartományokban fekvő 8–10.000 km² kiterjedésű süppedéket óriás töltések védik a tenger árja ellen.

A legmélyebb depresszió a Jordán völgyé és a Holt-tengeré, melynek tükre 394 m.-el fekszik mélyebben a Földközi-tenger színénél.

ad 2. A felföldek fensikokból, dombok, hegyek és hegységekből állanak.

A *fensíkok* oly felföldek, melyek felülete egészben véve lapos, vagyis ha vonódnak is rajta végig alacsony láncolatok s benne mélyedéseket is találunk, ezek között nagy magassági különbség nincs, s így a sík vidék összenyomását meg nem változtatják.

Ily vidékek az északnyugati Kárpátokban a murányi, pelsőczyi fensíkok, a Palóczok földje a Mátrától északra stb., ilyen a keleti Alpok északi lábai és a német Közép-hegység közt elterülő Sváb-Bajor fensík 500 m.-el, de ilyen a tibeti fensík is Közép-Ázsiában a Himalaya és a Kuen-Lün között csaknem 4000 m magasságban a tenger színe felett és még sok más.

A hegységeket általános magasságuk szerint a következőképp osztályozzuk:

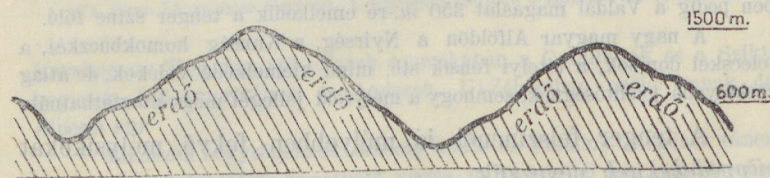
1. *Alacsony hegység, vagy hegyvidék* 200—600 m-ig, például a Bakony, Vértes hegység, pilisi és budai hegyek.



75. ábra. Alacsony hegység.

2. *Középhegység* 600—1500 m-ig, például a Kárpátok vonulatainak legnagyobb része.

3. *Magas hegység* 1500 m.-en felül, például hazánkban a Magas-Tátra, az Alpokban a berni, pennini, lepontini, rhäti stb. láncolatok.



76. ábra. Középhegység.

A magas hegységnek legalsóbb régióját 1500-tól 2000 m-ig külön csoportba foglalva *alpesi vagy havasi* hegységnek is nevezzük, a mely fölött terül el a *tulajdonképeni magas hegység*. Alpesi hegységek hazánkban a máramarosi havasok,

valamint az erdélyi határláncolatok havas hegységei, az Illyr hegységrendszerben a dinári Alpok, az Alpokban a stíriai Alpezláncolat stb.

A hegységek ezen beosztását a 75., 76. és 77. ábrák mutatják, feltüntetve egyszersmind a lejtők meredekségének és az éghajlati viszonyoknak megfelelőleg azon talajfödőzetet is, mely a mi mérsékelt égövünkben az alacsony, közép, illetve magashegységekben tényleg fellelhető, vagyis hogy az alacsony hegységeket szelíd lejtőiknél a szántás-vetés és lakóhelyek, a középhegységet meredek hegyoldalai miatt az erdő, a havas hegységet legnagyobb részben sík felületük követ-



77. ábra. Havasi és magas hegység.

kezében a buja füvel borított alpesi legelők, míg a tulajdonképeni magas hegységet a törpe fák, továbbá a szikla, hó és jég jellemzik.

A hegységeknek magasság szerinti beosztásánál azonban a hegységek különböző csoportjait egymástól elválasztó határvonalak nem mindenütt esnek egyazon tenger feletti magasságra.

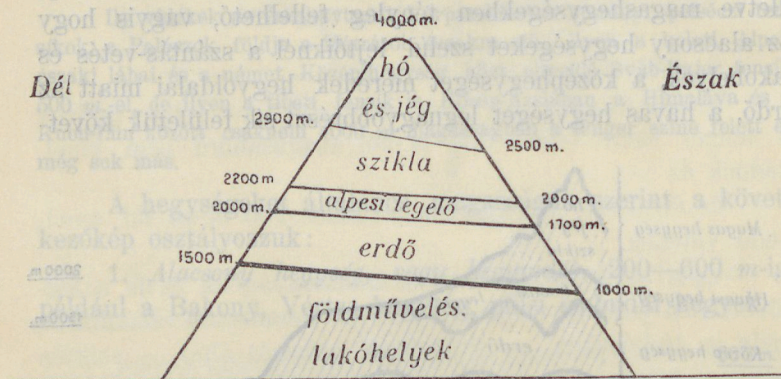
A mélyföld és a felföld közötti határvonal a tenger színe feletti 200 m magasságban helyesen megállapítottnak mondható, mert a 0—200 m közötti övben a magasságból származó éghajlati különbségek alig észrevehetők, mert továbbá a mélyföldnek 200 m.-el megszabott felső határán belül nagyobb emelkedések elő nem fordulnak és mert végül az erozió — nagy esés hiányában — nem képes magának oly mély barázdákat vájni, hogy a vidék jellegét tetemesen megváltoztathatná.

Némelyek a mélyföld és felföld közötti határu a tengerszín felett 300 m magasságban fekvő síkot megfelelőbbnek tartják.

Az alacsony, közép, alpesi és magashegységek közötti 600, 1500 és 2000 m.-el meghatározott határ azonban csupán a mérsékelt égövre vonatkozólag fogadható el, mert minél feljebb haladunk északra a mi

féltekénken, a hóhatár annál lejjebb s vele együtt a többi határvonal és a termékenység és talajfödőzet különböző övei is, viszont minél lejjebb haladunk dél felé, a forró napsütötte vidékeken annál magasabbra ér a tenyészet. Az egyenlítő vidékén 4000 m magasságban még gabonát termelnek, holott nálunk ily régiókban már a zuzmók és mohok sem élnek meg.

Nagy területet borító, hatalmas kiterjedésű hegyrendszereknél, pl. az Alpoknál még a mérsékelt égövben sem felel meg a hegységek magas-



78. ábra. Az Alpok talajfödőzete.

ság szerinti beosztása teljesen a fennebbi szám adatoknak, mert e tekintetben már az Alpok északi és déli vonulatai között is (78. ábra) nem esekély eltérés mutatkozik.

A hegységeket tehát magasság szerint nagy általánosságban egységes beosztás alá vonni nem lehet, mert ez a földrajzi fekvéstől, az éghajlati viszonyoktól, valamint igen sok helyi körülménytől (tenger távolsága, szél, eső stb.) függ.

e) A domborzat beosztása keletkezése szerint.

A szárazföldek domborzatának külső alakulás és magasság szerint való eddigi taglalása főlegnyegében a földrajzi térkép után igazodott és a szerint osztályozta az alakokat egyes főcsoportokba.

A földrajzi haladás azonban ma már nem elégszik meg ezen nem eléggé beható beosztásokkal, hanem a szárazföld egyenetlenségeinek eredő és indító okait kutatja, segítségül hívja a geológiát, a mélybe pillant és a Föld kérgének belső felépítéséből és a mérhetetlen hosszú idők folyamán beállott

változásokból ítéli meg a szárazföld mai képét és tárgyalja annak domborzati viszonyait.

A szilárd földkéreg keletkezése, — mint azt már említettük, — a Földgolyó kihülési folyamatának eredménye. Az első hártvaszerű földburok képződése a megmerevedő rétegek összehúzódásával (contractio) volt összekötve, minél fogva azok igen sok helyen szétszakadoztak, részben be is süppedtek, a repedésekbe a tűzfolyó magma betolult s az első kitérésű kőzetek (granit, syenit stb.) jelentek meg.

A Föld belseje azonban tovább hült és huzódott össze, úgy, hogy közötté és a már egészen megmerevedett külső földkéreg között hézag keletkezett, épúgy mint az az érett dió csonthéja és belső magva között támad. A külső földburok tehát túlságos nagygyá vált a mind jobban összezsugorodó földmag számára. Nagy felületű kéregdarabok súlyedtek le ekkor, óriás medenczékét képezve, melyekben az összegyűlt víz a világóceánokat alkotta. A besüppedt rétegek azonban hatalmas oldalnyomást is gyakoroltak a szomszédos területre, széles boltozatokat és *platóhegységeket* tolvá fel, vagy töréseket okozva s a kőzetrétegeket rögökre hasogatva szét, melyek azután felemelkedtek, vagy lecsúsztak, vagy egymás fölé tolódtak s így tekintélyes *hegytömegek* vázát hozták létre. Az említett oldalnyomás végül a földburok egyes darabjait összeráncosította, összegyűrte és hosszú *hegylánczokká* tornyosította fel.

A csuszamlási síkok mentén keletkezett rések és csatornák több helyen a vulkáni tevékenység színhelyeivé váltak, rajtuk az újabb eruptív tömegek (porfir, bazalt, trachyt) kiömöltek s tetőzetesen szétterültek, vagy *csoporthegységeket* alkottak.

Az ily módon létrejött különböző kiemelkedéseken azután, mint utolsó hatalom, a víz és az atmoszferiliák érvényesítették pusztító erejüket s számos egyszerű alkotásu vidéket össze-vissza hasogattak, mintegy szétfűrészelték és szétdaraboltak.

Mind a platók, mind a tömeg-, csoport- és lánczolatosságok keletkezésének egységes okát tehát a Föld belsejének kihülésében és összehúzódásában, valamint az endogen és exogen erők hatásában leljük fel.

Ha azonban mindezen erők megnyilatkozását és az általuk létrehozott alakulásokat részletesebben szemléljük, akkor a szárazföld egyenetlenségeit a következő csoportokba foglalhatjuk:

A) A mélyföldek lehetnek: a) *eredeti lapályok*, b) *feltöltött, vagy felrakott síkságok* és c) *le mosott felületek*.

a) Az *eredeti lapályok* jellegét a régi időtől fogva laposan egymás fölé rakódott rétegek képezik, melyeknek fekvését ősidóktól fogva egyáltalán nem, vagy csak csekély mértékben bántotta valamely zavar. Földünk legterjedelmesebb mélyföldei ezen csoportba tartoznak.

Ily kiterjedt lapály Európában a nagy orosz Mélyföld a Warta-tól a Volgáig és a Finn öböltől a Fekete-tengerig. Széles, lapos földhátak húzódnak rajta végig, de közép magassága nem haladja meg a 200 m-t. talajkérgében pedig a szilurtól kezdve majdnem valamennyi korszak rétegeit feltaláljuk egyenletesen és laposan egymás fölé rakódva. Nagyobb zavart csupán egy alacsony, Dél-Oroszországban nyugatról keletnek húzódó gránitküszöb képez, melyet a Dnyeszter, az Orosz Bug és Dnjepr nagy vízrohanatokkal törnek át.

A többi világrészek nagy mélyföldei is ily eredeti lapályok.

b) A *feltöltött síkságok*, — melyeket az előbbiekkal szemben *fiatal síkságoknak* is szoktak nevezni, — lehetnek a folyók hordalékanyagával *kitöltött tómedencék*; ezek kisebb sík felületek, a milyenekkel nagyobb völgyvonalak mentén a hegységek belterületén találkozunk.

Ezeknél sokkalta nagyobb terjedelműek az olyan helyeken előforduló *folyósíkságok*, hol a folyó kiszélesedik, medenczét alkot és esése is kisebbedik.

A Liptó, a Turóc, a zsolnai medence, a Vág mentén magas hegyek közé ékelt kisebb folyósíkságok.

A nagy folyósíkságokat természetszerűleg az igen csekély eséssel bíró mélyföldeken találjuk, hol a folyókat töltések közé kell foglalni, hogy a szomszédos területet megóvjuk, mert különben nagyvízkor a folyó kiönt és áradásának emlékéül parti tavakat és mocsarakat hagy hátra.

A térképeken e parti tavak és mocsarak a folyósíkságoknak ismerető jelei. Ilyeneket találunk a Duna és a Tisza mentén a nagy magyar Alföldön és még inkább a román Mélyföldön, Amerikában a Mississippin és az Amazon mellékén stb.

A folyósíkságokhoz számítjuk a *delták* lapos lerakodmánykupjait is.

A feltöltött síkságok közé soroljuk továbbá a *partlapályokat*, melyek a lapos tengerpartokat többé-kevésbé széles szegélylyel övezik körül és a tenger lerakodmányának termékei.

Ilyen pl. azon változó szélességű nagy partsíkság, mely az Egyesült-Államok atlanti partmellékét képezi, le egészen a mexikói öböl s még abban is; ilyen továbbá Oroszországnak a Kama forrásvidékétől keletre eső része a kaspi tóig stb.

A szárazföldek belsejében, különösen a száraz pusztaságokon előforduló nagy kiferjedésű vidékek sóval telített talajából azt lehet következtetni, hogy azok párolgás folytán kiszáradt hajdani *tófenékek*.

Az Aral és kaspi tó stüppedt környékén még ma is megfigyelhetjük a kiszáradás folyamatát; ilyen Észak-Amerikában a Nagy Sóstótól nyugatra fekvő vidék is stb.

A *szél hordalékának*, mint feltöltő anyagnak nagy a jelentősége; ez ugyanis főképen mint lősz — a szárazföldek belterületein — számos széles és sok száz méter mély teknőzetet töltött be, hol a síma felületről alig gyaníthatjuk, mily egyenetlen a sziklás alsó talaj. Az ily vidékek a *szél alkotta síkságok*.

A nagy germán Mélyföldön például az alapkőzet legmagasabb részei, mint kisebb sziklaszigetek kiállnak ugyan az őket elfödő laza anyagból, de csak a fúrások mutatják meg pontosan, hogy a szilárd alap réteg felülete néhol több mint 100 m-el van a jelenlegi szint alatt.

A nagy magyar Alföld lőszlerakodmányairól már a 10. fejezetben volt szó.

c) *Lemosott felületeknek* immár oly lapossá átváltoztatott vidéket mondunk, a hol az elmállasztó és kimosó erők hosszú ideig tartó hatása hajdani hegységeket teljesen lehorodott. Az ily nagymérvű átváltoztatáshoz igen nagy idő kellett, s azért ezen síkságok is régi eredetűek, a mit abból is láthatunk, hogy a legyalult felületek alapja őskőzet vagy valamely ókori réteges kőzet.

A legnagyobb ily terület az észak-atlanti sziklás síkság, Észak-Amerikában, a kanadai nagy tavak vidéke.

Néhol a keményebb — nehezebben málló — és lazább — könnyen elpusztítható — kőzetek váltakozása a felületet dombossá, hullá-

mossá teszi; az ily vidékeket az amerikaiak penepainseknek (csaknem síkságoknak) hívják.

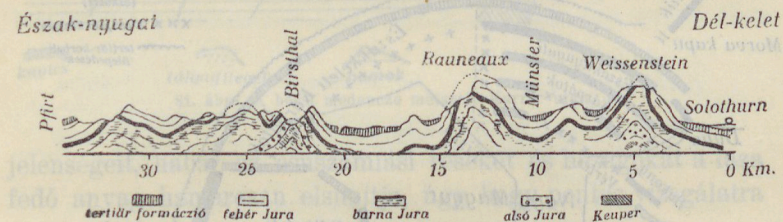
B) A *dombvidékek* a többé-kevésbé sík vidékek és a hegységek közötti *átmeneti állapotot* képviselik. A hol az altalaj egyenetlenségeit a laza feltöltési anyag nem egyengette még teljesen ki, a szilárdabb réteg legkimagaslóbb részei dombok és kisebb hegyek alakjában ki-kibukannak a felszínre. Viszont oly területeken, hol a denudáló erők a hajdani hegységeket nem hordták még le egészen, ezek maradványai dombvidékeket alkotnak. Vannak oly dombsorozatok is, melyek csupán azért nem váltak hegyekké, mert a föld kérgét összeránczó felgyűrő erők ott kevésbé hatásosan működtek, végül oly feltöltött dombvidékeket is ismerünk, melyeken a működő erők a feltöltő anyagot nem vízszintesen rakták le, hanem dombok alakjában halmozták föl. Ilyenek a vulkáni tüneményekből eredő *kovás kúplerakodmányok*, valamint az *iszapvulkánok bucskái*, továbbá a *dűnák* és pedig úgy a *parti dűnák*, mint az ezeknél sokkal magasabb (150—200 m) *szárazföldi dűnák*, vagyis a sivatagok homokhegyei, melyek rendszerint patkóalakúak, domború, de laposabb oldalukat a szél ellen fordítják, míg a belső meredek oldaluk mintegy fülkét alkot, végül a *morénák* dombsorozatai.

Mindezekről bővebben már előbb szoltunk.

C) Földünk legtöbb és legnagyobb hegységei fővázukban a földkéreg eltolódásaiból keletkeztek, tehát *vetődési* (tektonikus) *hegységek*. A 8. fejezetben láttuk már, hogy a ráncosodás és vetődés két főneme a *gyűrődés* és a *törés*; a vetődő hegységek tehát ismét két főcsoportra oszthatók, u. m. a) a *gyűrődéses hegységekre* és b) a *törési-, vagy röghegységekre*, a szerint, a mint a gyűrődés, vagy a törés volt az illető hegység keletkezésének főtenyezője. A gyűrődés és törés azonban nem zárja ki egymást, úgy hogy számos hegységet találunk, mely gyűrődés folytán keletkezett és később a denudáló erők által ismét lehordatott, vagy tetemesen megrongáltatott, de azután törések és ezek folytán rögeltolódások és sülyedések keletkeztek s így a már-már lehordott hegységből új hegység született. Az ilyen hányódott sorsú és bonyolult történelmi multtal bíró hegységeket c) *romhegységeknél* is nevezik.

A vetődési hegységeken kívül megkülönböztetjük a feltöltődés, felhalmozódás útján keletkezett kiemelkedéseket, vagyis a vulkáni hatás építette d) *kitörési hegységeket*, végül pedig e) a *kimosás által keletkezett hegységeket*, hol a pusztító erők valamely eredetileg sík vidéket széthasogattak és részekre bontottak, mély völgyeket vájva beléjük, úgy hogy az egykor összefüggő felületű fensíkből egymástól elkülönített háta és gerinczek láncolatai származtak.

a) Ha valamely vidéket olyannak gondolunk, hogy azt a gyűrődés kisebb területre sajtolta össze, akkor abból oly öv képződik, melyben párhuzamos nyergek alkotják a hegységeket, az őket elválasztó mélyedéseket pedig teknők. A gyűrődés fokát belsőleg a rétegek meredeksége, külsőleg a gerinczek magassága mutatja meg. Mindazonáltal ily szabá-



79. ábra. A berni Jura metszete (1 : 310,000), Wagner után.
A magasságok a hossz mérték harminczszorosai.

lyosan alkotott hegységeket ma sehol sem találunk, mert a gyűrődés ideje alatt, sőt még azután is — mérhetetlen hosszú idők folyamán — a denudáció romboló ereje a felső réteget lehordta, az alant fekvőket feltakarta és a gyűrődéseket harántvölgyek bemetszése által szakaszokra osztotta, mihez esetleg még hossz- és haránttörési vonalak mentén előforduló vetődések is járultak.

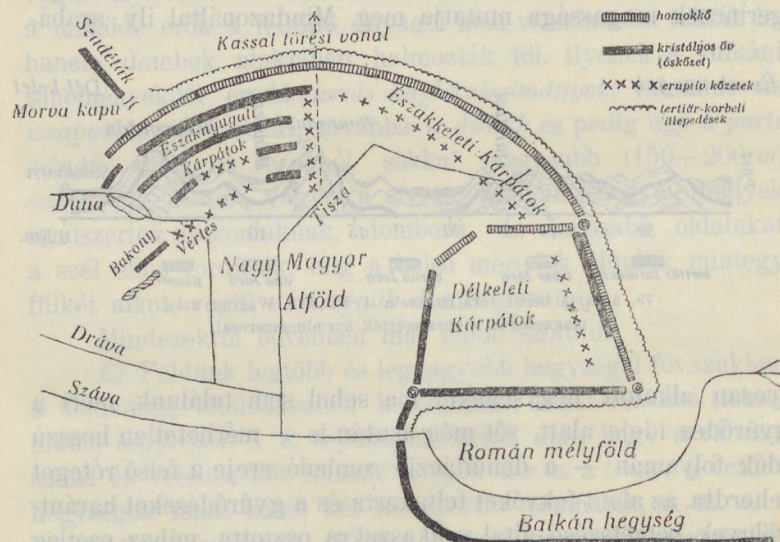
Azon gyűrődéses hegységeket, melyek aránylag csekély változást szenvedtek, úgy hogy keresztmetszetükön az eredeti felgyűrődést felismerhetjük, *egyszerű gyűrődéses hegységeknél*, azokat ellenben, melyek különböző képződésű övekből állanak, szerkezetük pedig a kiállott viszontagságok folytán összebonyolódott, *összetett gyűrődéses hegységeknél* nevezük. Az utóbbiakban rendszerint egy leginkább kristályos ösközetből

alkotott központi övet különböztetünk meg, melyet kétoldalt felgyürt fiatalabb réteges kőzetből álló vonulatok kísérnek.

Az egyszerű gyűrődéses hegységek szép példája a svájci Jura (79. ábra), a hol a délkeleti oldal jóval meredekebb gyűrődéseiből arra is következtethetünk, hogy a nyomás délkelet felől jött, ellenben a nyomás hullámai északnyugat felé lassan elsímultak.

Földünk nagy lánczolatossága az összetett gyűrődéses hegységek közé tartoznak, felépítésük azonban ritkán oly szabályos, mint pl. a keleti (osztrák) Alpoké, hol egy határozott központos őskőzetből álló öv húzódik nyugatról kelet felé, melyet északon és délen egy-egy majdnem egyforma szélességű és magasságú mészvonulat kísér. Hasonló szabályosságot tüntet fel a Pyrenák hegyrendszere is.

Közép és déli Európa ivalakúán hajlott gyűrődéses hegységeinek vizsgálásánál azon tény ötlük szemünkbe, hogy a belső



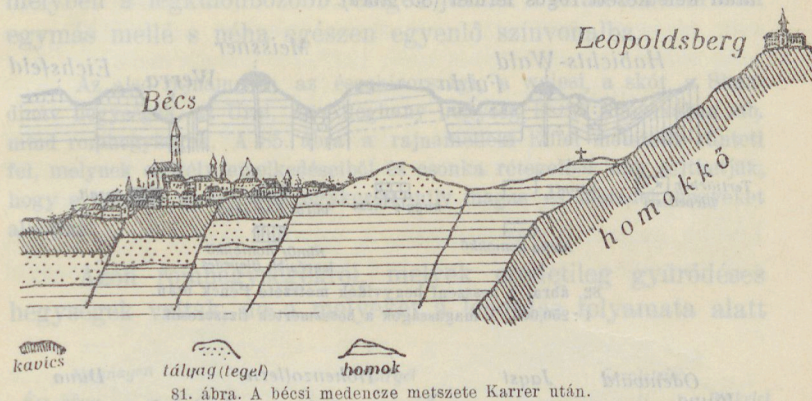
80. ábra. A Kárpátok kőzetalakulása Kühtreiber után.

homorú övet süppedések hatalmasan pusztították, úgy hogy az részben, vagy egészen el is tűnt s helyét a támadt repedéseken kitolult vulkáni anyag foglalta el. Ezek *egyoldalúan letört gyűrődéses hegységek*.

Így van ez sok helyütt az Alpok déli vonulata mentén, így az Appennineken, a hol az egész belső öv a tyrrheni partszegély mentén a mélybe süllyedt s helyébe vulkáni felhalmozódások léptek, így a Kárpátokban (80. ábra), a hol a kristályos öv északnyugaton már csak egyes

darabokban található fel, északkeleten egészen hiányzik és csak Erdélyben jelenik meg ismét.

b) Míg egyes nagyterjedésű vidékek hosszú idők óta a teljes nyugalom állapotában vannak, másutt a *törések* képződése még a legifjabb korszakokban sem szünetelt. Még az alluvium jelenkori ülepedéseiben is feltaláljuk a törések



81. ábra. A bécsi medence metszete Karrer után.

jelenségeit, habár az csuszamlási réseket és hézagokat a laza fedő anyag hamarosan elsímitja, úgy hogy pontos vizsgálatra van szükség.

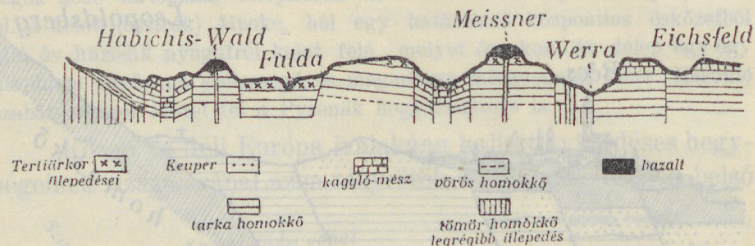
A törések, mint azt a 81. ábra mutatja, nemcsak a hegységekben, de feltöltött síkságokon is előfordulnak. A bécsi medence lépcsőzetes töréseket mutat a párkányhegységtől a síkság közepe felé, úgy hogy a szegélytől befelé mind fiatalabb képződmények jutnak a felszínre.

A törés tehát a földkéreg eredeti alakját megzavaró általános jelenség. Tetemes magasságkülönbségek azonban csak ott jöhetnek létre, a hol valamely csuszamlási sík mentén nagy kéregdarabok indulnak meg. Ha ily helyen egy-két, vagy több süllyedő rög között, vagy mellett más kéregdarabok helyben maradnak, azok a lesüllyedtek között mint *röghegységek* fognak kimagasodni.

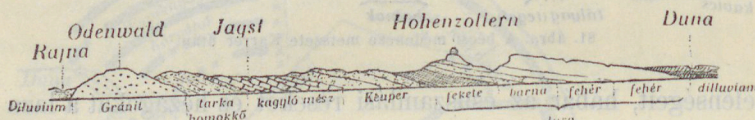
Az ily hegységeket a szerint, a mint a rétegek eredeti fekvése vízszintes, vagy ferde volt, továbbá a szerint, a mint a törések valamely lapos fensíkot, vagy valamely gyűrődéses hegységet, vagy valamely romhegységet értek és hasogattak szét, ismét több csoportra oszthatjuk.

A hesszeni hegyvidék pl. (82. ábra) eredetileg egy vízszintesen rétegzett homokkőfelsík volt, melynek egyes részeit vulkáni eredetű bazalt kúpok tetőzték be. Hossz- és haránttörések és rögstülvedések a felsíkot különböző magasságú hegyekre bontották szét, melyek közül egyesek azután a denudáló erők részéről is sokat szenvedtek s részben lehordattak, míg másokat ez ellen a szilárd bazalt boltozatok megvédelmeztek.

Délnyugati Németország fensíkvidéke ferde rétegek csuszamlása által keletkezett rögös terület (83. ábra).



82. ábra. A hesszeni hegyvidék metszete Penck után. 1:250,000. A magasságok a hossz mérték tízszeresei.



83. ábra. Délnyugati Németország metszete Hann után. 1:250,000. A magasságok a hossz mérték tízszeresei.



84. ábra. A Dachstein metszete Hann után. (1:50,000) A magasságok a hossz mérték tízszeresei. A = agyagpala, U H D L J = mesozoói korszakbeli mésztülepések, S = kősz.

Az Alpok északi nyúlványai közül a Dachstein stb. (84. ábra), keleti nyúlványai közül pedig több alacsony hegység, mint pl. a Lajtahegység, a Bakony a gyűrődéses röghegységek, a Cseh Érzhegység, a thüringi erdő, a Harz, a törésektől széthasogatott romhegységek szép példái.

c) Vannak hegységek, melyekben fiatalabb kori gyűrődéseket nem találunk s melyeknek régi keletkezését még az a körülmény is bizonyítja, hogy felületük mesozoói (pl. az Ural) vagy paläozoói (pl. az Alleghany hegység Észak-Ameri-

kában) kőzetekből áll, az ezeknél fiatalabb ülepedési rétegek ellenben teljesen hiányzanak. Ily emelkedéseknél a kívülről ható romboló erők, a melyeket valamely későbbi gyűrődés még nem zavart, roppant hosszú időn át érvényesítették pusztító hatásukat. Az eredmény a gyűrődések tetemes megcsontítása, a hegyek legyalulása és lehordása. Ez a romhegység, melyben a legkülönbözőbb rétegek jutnak a felületen szorosan egymás mellé s néha egészen egyenlő színvonalba.

Az alsó rajnamenti, az északirországi, a walesi, a skót, a Skandináv hegységek, az Ural, az Alleghany hegység Észak-Amerikában stb. mind romhegységek. A 85. ábra a rajnamelléki Eiffel metszetét tünteti fel, melynek csekély emelkedéseiből és csonka rétegeiből alig sejthetjük, hogy e tetemes gyűrődések egykoron mily magas és meredek hegyeket alkottak.

Azon romhegységekről, melyek eredetileg gyűrődéses hegységek voltak, de a melyeket a lehordás folyamata alatt



85. ábra. Az Eifel metszete Hann után. (1:50,000) A magasságok a hossz mérték tízszeresei. a = szürke agyag, b = pala, c = mész, d = tarka homokkő.

törések s az ezeket követő süllyedések még jobban széthasogattak és esetleg új hegységekké idomítottak át, már e fejezet b) pontjában beszéltünk.

d) A vulkánizmus természetével jár, hogy a létrehozta kiemelkedések magasság tekintetében igen különbözők, s míg néhol csak alig észrevehető dombokat alkotnak, másutt óriás hegyekké tornyosulnak fel.

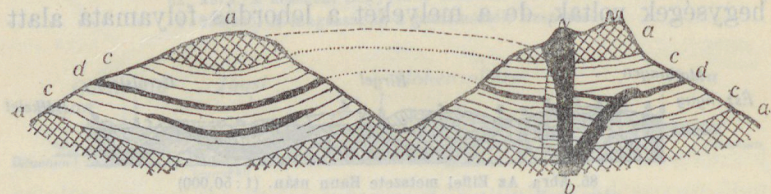
A vulkánkupok magassága egyfelől élettartalmuktól, másfelől a kitörések minőségétől függ.

Mint hogy azonban a vulkánok feltöltődés útján keletkeztek, nem szabad egyszerűen e csúcsok abszolút magasságát tekintetünk, hanem kiemelkedésüket csupán az áttört földkéreg szintjétől kell számítanunk, mert pl. az Andesvulkánok igen magas hegytalapzaton nyugszanak. A legmagasabb vulkánhegy a Klinsewskaja Szopka (4900 m) Kamcsatka félszigetén.

Csendes, egyenletes tevékenység és elegendő lávakiöntés mellett a vulkán folyton növekedni fog; ha azonban szünet-időszakokra, melyekben az erozió akadálytalanul munkálkodik, heves kitörések következnek, melyek nem ritkán a hegy egész tetejét letépi, mintegy elfűjják, akkor a hegyek magassága igen változó.

A Vezuv például 1832-ben 1140 m és 1885-ben 1286 m magas volt, de ez év végén 1235 m-re süllyedt; 1867-ben azután 1387 m-re tornyosodott fel, míg 1872-ben ismét 1297 m-re roskadt össze.

A kialudt vulkánok, a működőkkel szemben, kész alakulások, melyek ép úgy, mint a többi hegyek — a denudáció és erozió hatásának vannak alávetve. Hamukráterek mihamar eltűnnek, sziklacráterekből pedig először katlanok képződnek, később azok is összeomlanak. A folyóvíz szabályos csurgókat váj magának, melyek növekvő szélességgel és mélységgel



86. ábra. Metszet a Cseh-Középhegységből Jokély után. (1 : 20,000).
a = bazalt rétegek, b = bazaltmenet. c = tufa és konglomerát, d = szén, ----- = az egykori összefüggést mutatja.

a kúp csúcsától annak lábáig húzódnak s őket ép oly szabályos bordák választják el egymástól. A hegy egy félig nyitott ernyőhöz hasonlít. Rég kialudt vulkánoknál a kráter és a hamukúp már eltűnt s helyüket ma tágas fensík foglalja el, míg fiatalabb vulkánhegyeknél a kráter romjai még fellelhetők.

Az erozió azonban nemcsak a laza salak, hamu- és tufaképződményeket, hanem a tömör láva anyagot is megtámadja és koptatja.

A Cseh-Középhegységben például (86. ábra) tufarétegek bazalt-rétegekkel váltakoznak s mindkettőt fiatalabb bazaltmenetek törik át. Ez utóbbiak mint különálló kúpok, vagy hosszúra nyúló hátak többnyire feltűnően éles és csipkézett csúcsokkal és gerincekkel vonják magukra a szemlélő figyelmét.

A vulkáni hegyek vagy mint egyedül álló kúpok, vagy társaságban többé-kevésbé zárkózott csoporthegységeket, vagy

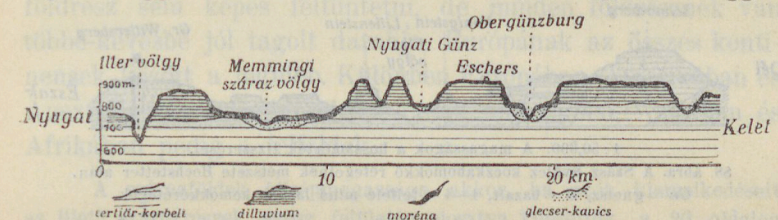
tágasabb hegytömböket képezve fordulnak elő. Ritkábbak a törési vonalak alkotta repedésekből kitolult lávatömegekből képződött hegygerincek.

Ily erupezionális hegyláncolatnak egyik legkiválóbb példája Erdélyben a Hargitta 1200 km hosszú, 30 km széles és 1400—1800 m magas hegyvonulata. A tetőzet itt trachytból áll, a hegyoldalakat pedig vulkáni bombákból, konglomerátokból és tufából vegyült vulkáni termékek fedik.

Felemlítendő még, hogy azon szerény szereppel szemben, mely a vulkánizmusnak a jelenben jut, a kitörési tömegek részvétele a földkéreg összetételében igen jelentékeny.

Tilló esupán a fiatalabb kitörési kőzeteknek a felszínre tolt, vagy a denudáció folytán a felszínre jutott területét 4 millió km²-re teszi, a mi a geológiailag ismert földfelületnek 4 százaléka.

e) A folyóvíz ereje a víz tömegétől és az esés nagyságától függ. Ott tehát, hol a bővízü folyók nagy sebességgel



87. ábra. A sváb fensík egy részének metszete Penck után.

sietnek tova, a talajt kivájó, árkot ásó, völgyet képző képességük rendkívüli mértékben nyilatkozik meg. A kimosás eredményére befolyással levő tényezők: a felföldek kőzetalakulása, a rétegek esési szöge, a völgyek száma és az erozió munkájának tartama. Kedvező feltételek alatt a folyóvíz átalakító tevékenysége óriás mértéket ölt és sokszor egészen sík vidékeket tetemes magasságú hegységekké, lemosás által keletkezett, vagy *erozionális* hegységekké bont szét.

A sváb fensíkot (87. ábra) helyenként 200 m mélyre bevájódott völgyek szelik át, a köztük levő területet lapos szalagalakú hátakkal átszelt dombvidékké szabdalva szét.

Sokkal hatalmasabbak ennél még a Grand Colorado Cañonjai, melyek a rétegek ellenálló képessége szerint U vagy V alakban 2000 m mélységig vájódtak be az eredetileg sík talajba.

A laza lószanyag, mely merőleges falak mellett megáll, szintén igen alkalmas az ily széthasogatásra. A chinai óriási lószterületet a völgyek egész labirintusa szeli át minden irányban. Ily laza kőzetnemekben

még a szél is mélyutakat váj az utakból, melyek felületét a kerékvágások és az állatok patái feltúrták.

A sokszor nagy kiterjedésű és tetemes magasságu *plató-hegységek* kizárólag a folyók erodáló tevékenységének művei. A fedőréteg ezen eredetileg lapos fensíkokon sok helyütt ellenállóbb, mint az alatta fekvő réteg, másutt keményebb és lazább rétegek váltakoznak egymással. A vizek kezdetben lépesőzetes padkákat vájnak maguknak. A padka lapos része és meredek oldala a szilárdabb kőzethez tartozik, de minthogy az alatta fekvő puhább réteg gyorsan elmállik, az alámosás következtében támasztát veszített padka lezuhan. A víz az omladékot hamarosan elszállítja, s az alámosás és lerokkadás mind tovább terjed, míg végre a keresztül-kasul húzódó völgy-



1:50,000. A magasságok a hossz mérték tizszeresei.
88. ábra. A Szász Svájc kockakohomokkő rétegeinek metszete Hochstetter után.
Gn = gneisz, B = bazalt, 1-4 = felfelé mind lazább homokkőrétegek.

vonalak az összefüggő fensíkot darabokra szakgatták és különálló táblahegyekre osztották.

A táblahegyek szép példája Európában az Elba homokkőhegység (Elbsandstein-Gebirge, Sächsische Schweiz), melynek völgyei nem egyebek megannyi merőleges oldalú cañonoknál (88. ábra). Ily táblahegyeket alkottak a Colorado plato cañonjai is stb.

Ha a völgyek száma a vidék kiterjedéséhez képest igen nagy, akkor — különösen lazább anyagban, a hol a lejtők idővel ellaposodnak — nem maradnak közöttük állva meredek párkányú, de széles felületű táblahegyek, hanem csupán egyes hegytömbök, vagy hegyvonulatok, néhol meg éppen csak keskeny bordák.

Az ilyen erozionális hegységek ilyformán eredeti alakjukból teljesen kivetkőztettek, mint pl. Erdély belterületén, hol a neogen formációk lemosása helyenként éles gerinceket eredményezett és a vidék egykori sík voltára csak az emlékeztet, hogy a hegyhátak megközelítőleg egyenlő magasságuak.

13. A szárazföldek domborzatának jelentősége.

Az emelkedések a növényi, állati és emberi élet fejlődésére is nagy hatással vannak, mert a Föld felületét, s vele együtt az éghajlatot is változtatossá teszik.

A történelem bizonyítja, hogy a ezélszerűbb domborzatú szárazföldek hamarabb népesültek be és gyorsabban váltak a művelődés színterévé; bizonyítja továbbá azt is, hogy sem a túlságos nagy emelkedések, sem a nagy síkságok a szárazföldek javára nem válnak, hanem hogy a mélyföldek és felföldek arányos eloszlása nevezhető a legkedvezőbb domborzatnak. Habár ezen arányos elosztást minden részében egyik földrész sem képes feltüntetni, de minden földrésznek van többé-kevésbé jól tagolt darabja, Európának az összes kontinensek között a legtöbb. Különben Európában, Amerikában és Ausztráliában a mélyföldek vannak többségben, Ázsiában és Afrikában pedig a felföldek.

A szárazföldek közép magassága akkor, ha azok kiemelkedéseit az illető szárazrészek egész felületén elosztva képzeljük, a 26. oldalon levő 4. táblázatból vehető ki.

A szárazföld emelkedései Földünk nagyságához viszonyítva tulajdonképpen rendkívül csekélyek, a minek bizonyítására elég, ha elképzeljük, hogy egy 2 m átmérőjű földtekén a leghatalmasabb hegyesűcsöt, a 8800 m magas Gaurisankart a Himalayaban, csupán mint egy igen szerény, 1.3 mm magas, alig észrevehető emelkedést kellene feltüntetnünk. És mégis mily nagy hatást gyakorol a domborzat a földrajzi viszonyokra.

A felföldek felfogják a felleget és sűrű lecsapódásokat okoznak; a lehullott csapadék egy részét azután visszatartják vízhordó rétegeikben, melyekből a forrás, esermely, patak és folyó útján állandóan öntözik a síkságot.

Ha nem volnának emelkedések, megszűnnék a folyók és folyamrendszerek létezésének oka s a víz lomha mocsarakban terjeszkedne szét a Föld felületén, sorvasztó párával telítve meg a levegőt. Hegységek hiányában nem volnának jégmezők és jégárak sem, melyek ma még a nyári szárazság idejében is állandóan táplálják a folyóvizet. A víz szabályos eloszlásának és rendes körútjának megszünte következtében a növényi, állati és emberi élet is kisebb térre szorulna.

A szél a sík térségeket egy irányban, változás nélkül száguldaná be, egyhangúvá tenné az éghajlatot, mely az egyenlítő táján változatlanul forró, attól távolodva pedig egyenletesen hidegülő volna.

Mindez azonban a domborzat nagy jelentőségét csak rövid vonásokban vázolja, mert ki ne tudná például annak hatását az ember egészségére, önérzetére, tetterejére, jellemére s ki ne ismerné a történelemből annak hadászati fontosságát, a minek bővebb méltatása a katonai földrajz feladata.

14. A völgyek.

A dombok, hegyek, hegységek között elterülő homorulatokat *völgyeknek* nevezzük.

A völgy szűkebb fogalmához tartozik a két egymáshoz közel fekvő, egymással többnyire párhuzamos és egymás fölé hajló *völgyoldal* és az egyoldalú eséssel bíró *völgyfenék*.

A 10. fejezetben láttuk már, hogy a völgyképződésnek főindító oka a mozgó víz mechanikai ereje, mely a folyó felső-, közép- és alsó folyásának különböző szakaszaiban,



89. ábra. Hossz völgyek.

annak völgyvályuját több-kevesebb erélylyel alakítja, esiszolja és kivési magának.

A kimosáson kívül azonban a völgyképződésnél még két más főtenyező is szerepel, u. m. az *orografiai viszonyok*, vagyis a hegyek oldalainak alakulása és lejtőinek meredeksége, továbbá a *vetődési (tektonikus) viszonyok*, azaz a hegységek felépítése és közeteinek fekvése.

Természetes ugyanis, hogy a hegységek képződésénél támadt réteggűrődések, repedések és törések, a völgyek fekvésére és irányára is hatottak, továbbá, hogy az erozió tevékenysége különbözőképen nyilvánul a vízszintes fekvő és az eltolódott rétegekben, végül, hogy a nagyobb, vagy csekélyebb ellenállás, melyet a kőzetek az elmállással szemben kifejtenek, a völgyképződésre szintén módosítólag hat.

Az erozió völgyképző hatása legtisztábban a zavartalan fekvésű, tehát vízszintes, vagy közel vízszintes rétegzetű talajban, vagy tömegkőzetekben mutatkozik. Az ily völgyeket

kimosásos völgyeknek nevezik (89. ábra), mert képződésüknél kizárólag a kimosó erő működött közre.

Ilyen az Elbe völgye Bodenbach és Drezda között, a hol a folyó a száz Svájc vízszintes kockahomokkő rétegeit áttöri (88. ábra), ilyen a Duna gránitba vájt medre is Passau és Krems között és ilyenek a Colorado és a Green River többször említett 1000—2000 m mély Cañonjai is.

Az orografiai és vetődési tényezők, vagyis a gyűrődés, törés, süppedés és eltolódás rétegzavaró hatása különösen a hegységekben nyilatkozik meg, kiszabva és kijelölve a völgyek útját, melyeket azután az erozió meghosszabbít, lemélyít és kiszélesít.

A hegységekben a) *hossz völgyeket*, b) *haránt völgyeket* és c) *áttörési völgyeket* különböztetünk meg.

a) A *hossz völgyek*, vagy *fő völgyek* úgy a hegység hosszvonalával, mint a rétegek irányával vagy gyűrődéseivel többé-kevésbé párhuzamosan haladnak és *synklinálisak*, ha völgyoldalaik a völgyfenék felé esnek, *antiklinálisak*, ha mindkét oldalt rétegfetek környezik őket, mely esetben a kimosás a különböző keménységű rétegekbe padkákat váj és *isoklinálisak*, ha egyik oldaluk meredekebb és rétegfetek által képezett, míg a másikat menedékes rétegfelület alkotja. (89. ábra.)

Ezen alakok egyike a völgyeknek rendszerint hosszú szakaszain a rétegzésnek megfelelő különös jelleget ad, s a rétegek fekvésének változása majdnem mindig a völgy irányváltozásával van összekötve, úgy, hogy megfordítva is mondhatjuk, hogy minden hirtelen, habár jelentéktelen völgykanyarulat a kőzetek fekvésének változására, vagy a völgyoldalak keménységének változására mutat.

A hossz völgyek irányát megszabó gyűrődési vagy vetődési vonalak befolyását számos hegységben azon nagy hosszbarázdák igazolják, melyek mentén több folyó vagy ugyanazon irányt követi, vagy nem ritkán, — alacsony vízvászató által elválasztva — ellentétes irányban halad.

Ezen hosszbarázdák jelentékenyebbjei az Alpokban:

1. a Martigny-Chur vonal (Rhône völgye, Furka hágó, Urseren völgy, Oberalp hágó, Rajna völgye);
2. a Feldkirch—wörgli vonal (az Ill és Alfens völgye, Arlberg, a Rosanna és Inn völgye);
3. a Zell am Ziller—hieflau vonal (Gerlos völgy és hágó, Salzach és Arl völgye, wagreini nyereg, Enns völgye);
4. a Mura—Mürz vonal;

5. a Franzensfeste—marburgi vonal (Rienz völgye, toblachi vízválasztó, Dráva völgye).

A Kárpátokban a Vág—Hernád vonal mellett különösen azon széles barázda említendő, mely 140 km hosszú ívben Namesztótól Nagy-Sárosig vonul, egy krétakorbelti vetődés eredménye s vizeit az Árva, a Dunajecz, a Poprád és a Tarcza vezetik le.

Az úgynevezett judicariai hasadék Dél-Tirolban (Mendel-Strasse), melyben szintén számos völgyvonal fejlődött ki, tetemes törésnek eredménye, mely a kristályos Ortler és Adamello tömegeit a tőlük keletre fekvő mészhegységtől elválasztotta.

b) A *harántvölgyek* vagy *mellékvölgyek*, a melyek sokkal rövidebbek, meredekebbek és keskenyebbek, mint a hosszvölgyek, a hegyoldalak vizét vezetik le a hosszvölgyekbe s nem haladnak a rétegek fekvésével és a hegység irányával egyenközűen, hanem azokat többé-kevésbé merőleges szög alatt metszik, amit a rétegeknek az egyik oldalon való megszakítása, ellenben a másik oldalon tovább folytatódása bizonyít.

Ezen völgyutakat legtöbbször nem a gyűrődés és törés jelölte ki, mint a hosszvölgyeket, hanem az orográfia hatása alatt az erozió alkotta, mely itt a keresztülfürészelt rétegek szilárdságának váltakozása következtében igen tetemes munkát végzett. Innen a mélyen bevéssett völgymeder, innen a padkák nagy száma, melyekről zuhatagokban esik le a víz, vagy fölöttük tavakká duzzad fel.

A harántvölgyek felső végükön sokszor rendkívül széles katlanalakokká szélesednek ki, melyekben a magas hegységek frntömegei összevegyülnek s folyók helyett jégáratokat bocsátanak a mélybe.

A hegység hossz- és harántvölgyeinek száma és eloszlása a hegység jellegétől, gerinceinek irányától, valamint a hegyoldalak számától függ és igen különböző.

Az erdélyi Érezhegység völgyalakulása például egészen más, mint a tőle közvetlen északra fekvő Bihar hegységé, a Fichtel hegységé egészen más, mint a vele szomszédos Cseh-Érezhegységé stb.

c) Valamely hegyláncolat kétoldalt lefutó völgyeinek háttere a hegygerincz, a mely tehát közöttük mint vízválasztó és pedig rendszerint magasán fekvő *gerincz-vízválasztó* szerepel.

Néhol a fővízválasztó a hegység főgerince mentén halad, másutt valamely mellékgerinczre tér át. Vannak azonban hegységek, melyeket egyes vonulataikban, vagy egész

terjedelmükben valamely völgy átvág, keresztül tör, úgy hogy azok vízválasztó hivatásukat legalább egy darabon elvesztik. Az ilyen völgyeket, melyek Földünk hányódott életének bizonyítékai, *áttörési völgyeknek* hívjuk.

Az Alpokban például a fővonulat a fővízválasztó, igen sok völgy azonban mellékgerinceket tör át. A Himalayában a fővízválasztó mellékgerinceken fut végig s több folyó az ő vízválasztójánál magasabb gerinceket hasít keresztül.

Az egész hegység áttörésére példa a Duna, mely a bánáti Hegységen, a Zsil és az Olt, melyek az egész erdélyi déli határlánczolon, a Dunajecz és a Poprád, melyek a Nagy Beszkidek határgerinczén hatolnak át, továbbá az Iszker, mely az egész Balkánon, az Ebro, mely a catalauni hegységen vág át stb.

A térkép tanulmányozásánál azonnal szemünkbe ötlük, hogy a völgyek igen gyakran — hirtelen és szeszélyes kanyarulataiknál fogva — nem tartják meg eredeti jellegüket. A Dráva völgye például egész hosszában eredetétől torkolatáig hosszvölgy ugyan, valamint a Nyitra-é is stb. Számos völgy azonban, mely kezdetben hosszvölgy volt, később harántvölgygé válik egy más hosszvölgygel szemben, mely azután esetleg maga is harántvölgygé lehet.

A Poprád völgye például eredetétől kezdve hosszvölgy és fővölgy, mellékvizeinek völgyei pedig haránt- és mellékvölgyek; a szepesi Magura és a Nagy-Beszkidek festői szépségű áttörése után azonban völgye a Dunajeczével szemben haránt- és mellékvölgygé válik, valamint a Dunajecz völgye is harántvölgygé törpül, a Visztulának — mint főfolyónak — elsőrendű hosszvölgyéhez képest. A Vág völgye kezdetétől Rózsahegyig hossz-, innen Zsolnáiig haránt-, innen pedig torkolatáig ismét hosszvölgy. A Maros völgye felső- és középszakaszában hosszvölgy, az erdélyi Kárpátok nyugati határlánczolatának áttörése után azonban a Tiszának harántvölgyévé lesz.

Míg egyrészt a legmagasabb gerincek sem gyakorolnak a vizek elosztására befolyást, másrészt egészen jelentéktelen kiemelkedések valamely hosszanti völgybarázdában a legfontosabb vízválasztókat alkotják. Ezeket a gerinczvízválasztókkal szemben *völgyvízválasztóknak* nevezzük. Rendszerint két egymással ellentétes irányú völgyet választanak el egymástól, mely bevájódásuk a kimosás tevékenységének eredménye, szerepük pedig különösen közlekedési tekintetben rendkívül fontos.

Az Alpok és Kárpátok több ily hosszanti völgybarázdái, melyek mentén ily alacsony völgyvízválasztókon jutunk egyik völgyből a másikba, e fejezet a) pontja alatt vannak felsorolva, az erozió munkájáról pedig

úgy a hossz-, mint a harántvölgyekre vonatkozólag, részletesebben már a 10. fejezetben volt szó.

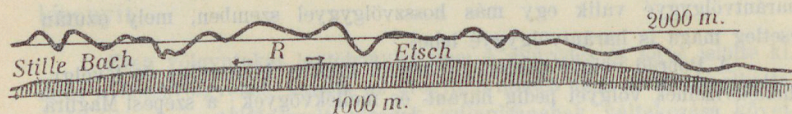
Itt csak egy példát említünk.

A Reschenscheideck hágóban (90. ábra) az Alpok vízvázalasztója egy egészen alacsony emelkedéssé (1493 m) törpül le, a melyből északnak a Stille Bach az Inn mellékére, délnek pedig az Etsch folyik. Ez azt bizonyítja, hogy néhol még a harántvölgyek kimosásai is mily hatalmas arányokat öltenek.

Vannak azonban oly völgyvízvázalasztók is, melyek két egymásra többé-kevésbé *merőlegesen* vonuló folyóirány között fekszenek.

A völgyoldalakra vájt padkák, valamint a vízvázalasztók kőzetösszetételéből arra következtethetünk, hogy ezek kihalt, azaz a folyótól elhagyott völgydarabok, melyeknek a hegyképződés valamely előbbi korszakában a mainál sokkal fontosabb rendeltetésük volt.

Az osztrák Alpok egyik legfiatalabb és még el nem készült völgydarabja a Salzach völgye a Pinzgau és Pongau között (91. ábra). A Pinzgau vizei a Rauriser Acheig egykor a Zell am See-i harántvölgy közvetítésével a Saalachba ömlöttek, míg — valószínűleg a jégkorszakban — a zelli völgyutat hatalmas jégtömegek el nem zárták és a



90. ábra. A Reschenscheideck metszete Philippon után. R Reschenscheideck.

Salzachot jelenlegi medrének kivájására nem kényszerítették. A később ismét szabaddá lett zelli völgy ma a Salzach és Saalach között alacsony vízvázalasztóként szerepel. Fontos vasút és útvonal vezet át rajta.

A Gesäuse nagyszerű mész- és dolomit-sziklaszorulatai az Ennsnek aránylag fiatal áttörése, mert a folyó előbb Admontnál északnyugatra kanyarodva a szt.-galleni völgyön és Altenmarkton át vette útját.

A Salzach és Enns völgyének, valamint a közöttük levő wagreini vízvázalasztónak tanulmányozása különben azon következtetésre vezet, hogy hajdan e vidéket egy hatalmas alpesi folyó szelte át, mely a Salzach, Enns, Palten és Liesing völgyein keresztül a Murába ömlött.

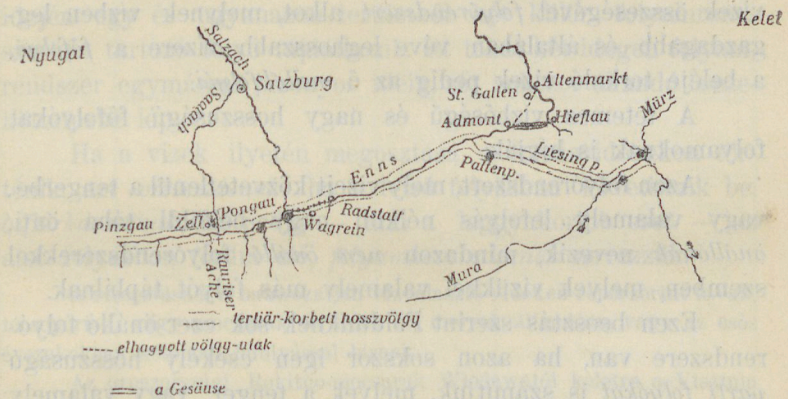
A mélyföldek *lapos völgyeivel* szemben, a hegységek erősen bemetszett völgyeit *mélyvölgyeknek* nevezzük, melyek a völgy csekélyebb vagy tetemesebb összeszűkülése és oldalainak meredeksége és sziklás volta szerint *völgysszorulatokat* vagy *szorosokat* (Pässe), *szakadékokat*, *torkokat* és *sikátorokat* alkothatnak. Ezekről bővebben már a 10. fejezetben volt szó.

A völgyfenék nagyobb kiszélesbüléseit *völgymedenczéknek*, nagyobb völgymedenczéket *völgy síkságoknak* nevezzük.

Ilyen medenczék és síkságok hazánkban a máramarosi medence a Felső-Tisza mentén, a Gyergyó a Maros forrásvidékén, a Csik, Háromszék, Barcaság, fogarasi síkság az Olt mentén, a Szepesség a Magas-Tátra alján és még igen számos más.

A völgymedenczék a hegységeknek sokszor rideg és zord területébe beékeltek az őket környező hegyláncolatoktól a szél ellen is védett, a folyók alluviális hordalékából hordta termékeny talaju, a lakhatóságra és művelésre nézve alkalmas oázisok, ennél fogva rendszerint sűrűn népesek és kulturális, közlekedési és katonai szempontból, — minthogy a hegységen átvonuló, vagy abban működő hadsereg csak a medenczékben talál a hadakozásra, valamint a táborozásra alkalmas helyeket és szükségleteinek fedezésére kellő segédforrásokat, — igen fontosak.

Az eddig felsoroltakból kitűnik, hogy a völgyek alakja époló változó, mint a hegyeké és hegyoldalaké. Majd szabályos, hasábalakú bevájódásai valamely fensíknak, egyforma magas és egyenlő lejtőjű szegélyekkel, majd



91. ábra. A Salzach, Enns, Mura völgye.

szelid domboldalak között vonuló teknőzetek, majd ismét magas hegyek környezte barázdák, menedékes vagy hirtelen esésű, földes vagy sziklás oldalakkal. Néhol kies, jól művelt lapályokká szélesülnek ki, másutt tatózó szakadékokká szorulnak össze. Hol rövidek, hol hosszúak, hol meg hirtelen változtatják irányukat, vagy pedig sugáregyenes hegysikátorokat alkotnak.

Mindezen alakulások természetesen azon hegység jellegétől függenek, melybe a völgyek bevésődtek. Dombok és alacsony hegyek között egyöntetűek és szelidek a völgyek is, míg nagyobb emelkedések között zordabbak és változatos alakúak, a magas hegységekben pedig vadak és impozánsak, csakúgy, mint maguk a hófedte sziklaormok és szirtek.

A völgyeknek a természet gazdaságában, valamint az emberiség életviszonyaiban kiváló szerep jutott. Ők a hegység vízlevezető csatornái, melyeken át azok víztartalma az őket környező mélyföldre jut. Ők

szolgálnak továbbá közlekedési utakul, elősegítik a nagy hegységekbe való bejutást, valamint azok egyik oldaláról a másikra való áthatolást. Közlekedés tekintetében különösen a hossz völgyek tesznek nagy szolgálatot, habár a harántvölgyek fontossága is igen jelentékeny.

Különösen a magasabb hegységekben a termékeny talajú völgyfenékek, valamint a völgyoldalak alsó lejtői a művelésre és letelepedésre egyedül alkalmas területek, ezek teszik tehát a hegységeket lakhatókká, itt találjuk a sokszor nagyon is szétszórt hosszfalvakat és községeket, míg a tágas völgymedencékben és völgysíkságokon virágzó városok keletkeztek.

15. A folyók.

Minden folyó, bármily kicsiny legyen is, a bele torkoló vizek összességével *folyórendszert* alkot, melynek vízben leggazdagabb és általában véve leghosszabb vízere a *főfolyó*, a beléje torkoló vizek pedig az ő *mellékfolyói*.

A tetemes vízbőségű és nagy hosszúságú főfolyókat folyamoknak is hívják.

Azon folyórendszert, mely vizeit közvetlenül a tengerbe, vagy valamely lefolyás nélküli nagy belföldi tóba önti, *önálló* nevezik, mindazon *nem önálló* folyórendszerekkel szemben, melyek vizükkel valamely más folyót táplálnak.

Ezen beosztás szerint Földünknek sok ezer önálló folyórendszere van, ha azon sokszor igen csekély hosszúságú *parti folyókat* is számítjuk, melyek a tenger, vagy valamely beltő közvetlen partmellékének gyakran egészen jelentéktelen vízgyülemelései. Ezeket azonban a nagy folyók és folyamok összességének tárgyalásánál a jelen fejezetben mellőznünk kell.

Azon terület, melyen valamely folyó vagy folyam az ő összes mellékfolyóival keresztülfolyik, az illető folyó vagy folyamrendszer *folyó-* vagy *folyamterülete*.

A folyamterületek megállapítása a vízvásztók határozatlansága következtében sokszor nagy nehézségekkel jár. Számos magashegységnek — például az óriás Himalayának is — a vizek elosztására nézve csak alárendelt szerepe van, s a vízvásztók nagy része a síkságokon és oly alacsonyan fekszik, hogy vonalukat csak figyelmes mérésekkel lehet meghatározni.

A Tisza és Dnyeszter között a vízvásztót az Erdős Kárpátok gerincei alkotják, Kelet-Poroszország és Oroszország belterületén ellenben azt gyakran alig számbavehető földdudorodások képezik.

Az ily területeken át, mesterséges csatornák létesítésével, két hatalmas folyam útján egymástól sokszor igen távol eső tengereket kötött össze a lakosság.

A Pripjatj s a Lengyel Bug közti csatorna (Pinszk és Brest Litowszk között) a Dnyepert a Visztulával s így a Keleti tengert a Fekete-tengerrel köti össze.

Az északi Jeges-tenger a Szekcsna (Volga) s a Szuchona (Dwina) közti csatorna által a kaspi tóval jut összeköttetésbe.

A Rajna-Rhône csatorna a belforti hézagon át az Északi tengert a lyoni öböllel köti össze stb.

Vannak azonban oly vidékek is, hol a vízvásztó teljesen hiányzik s a hol különösen dúsabb légköri lecsapódások idején egy és ugyanazon területből két külön folyamrendszerhez tartozó folyó táplálkozik. Itt tehát két idegen folyamrendszer egymással bizonyos ideig, sőt sokszor állandó összeköttetésbe lép.

Ha a vizek ilyen megosztása a forrásvidékeken történik, azt *vízosztásnak*, ha a felső folyásban következik be, *bifurkáció*nak, ha pedig — ami a leggyakoribb eset — az alsó folyásban fordul elő, *folyamkeveredésnek* nevezzük.

A vízosztásnál a határozatlan vízvásztó vidékén rendszerint tavak, tócsoportok, vagy mocsarak terülnek el, melyek állandóan, vagy az esős évszakokban kétoldali lefolyással bírnak.

Az oroszországi Rokitno-mocsarak Wlodawatól keletre a Visztula és Dnyeper folyamrendszerébe folynak le, ugyanez áll a keleti porosz Tósiság több tavára nézve is, melyek némelyikénél a vízosztást mesterségesen csatornák ásásával idézték elő.

A bifurkáció általában ritkábban fordul elő. Legszébb példája az Orinoko, mely a forrásától 500 km-re a Casiquiare nevű mellékága útján oly bőségben küldi vizét az Amazon rendszeréhez tartozó Rio Negroba, a mely a Duna Pozsony melletti vízbőségének felel meg.

Más bifurkációk még: az Obráé Poroszországban, Kostens közelében, továbbá az Ennsbe torkoló Haase és a Weserbe siető Else között Osnabrüektől keletre stb.

A folyamkeveredés legtöbbször a folyók torkolati lerakódásainak vidékén, különösen a nagy deltákban fordul elő. Így vált egygyé a Ganges a Brahmaputrával, a Rajna a Maas-szal, valamint a chinai mélyföld több nagyobb folyója stb.

Mészhegységekben földalatti vízosztások sem tartoznak a ritkaságok közé.

A Duna például Tuttingenen alul feltűnően megapad. A víz megfestése által rájöttek arra, hogy a folyó azon tájakon tetemes vízvesztést szenved; mert vizének jó része a széthasogatott mészhegységen át 15 km-el délebbre hatalmas sugárral a bodeni tóba ömlő Aach forrásvidékén bukkan ismét a felszínre.

A folyamok *vízgyűjtő területét* tehát nem minden folyamnál lehet egészen pontosan meghatározni; ezt a bizonytalan vízvázlat zavaró hatása különösen a sivatag-vidékeken még azáltal is megnehezíti, hogy egyes folyamok mellék-vizeinek medre néha hosszú időre kiszárad.

A Föld legnagyobb folyamrendszereinek folyamterülete, a mint az megközelítő pontossággal meghatározható volt, a következő:

Folyamok	Folyamterületük km ² -ben	Folyamok	Folyamterületük km ² -ben
Amazon (aTocantinsszal)	7.000,000	Mackenzie	1.700,000
Kongo	3.700,000	Volga	1.460,000
Mississippi	3.250,000	Sambesi	1.400,000
Laplata (az Uruguayval)	3.100,000	Szt. Lőrincz	1.250,000
Ob	3.100,000	Szaszkatsewan-Nelson	1.100,000
Nilus	2.900,000	Hoangho	1.000,000
Niger	2.500,000	Mekong	
Jenissei	2.500,000	Indus	
Lena	2.350,000	Amu	
Amur	2.000,000	Orinoko	
Jang-Tse-Kiang	1.800,000	Oranje	
Ganges-Brahmaputra	1.700,000	Murray (Ausztrália)	

Az Amazon a föld legnagyobb folyama. Folyamrendszere, a mint látjuk, a többi folyamét tetemesen felülmúlja.

Kisebb folyamrendszerek összehasonlításához még a következő adatok szolgáljanak:

Duna 800,000,
Rajna a Maasszal 200,000,
Tisza 150,000,
Rhône 100,000,
Szeret, Quadalquivir 50,000,
Dráva, Maros 40,000.

A folyamrendszerek *alkotása* annyira változatos, hogy egymással párhuzamba állítani, vagy alakulásuk szerint összehasonlítani s egyes csoportokba összefoglalni őket majdnem teljesen lehetetlen, mert épen a nagyobb rendszerek folyásuk egyes szakaszaiban egészen különböző jellegűek.

A legegyszerűbb rendszerek egy főérből állanak, melybe jobbról és balról derékszög alatt, vagy a folyás irányában előretolt torkolattal mellékerek ömlenek be, miként a fa mellékágai a főágba vezetnek. Az Amazon, a Pó, a Moldva, az alsó Duna stb. ily alkotásúak. De a mellékfolyók még itt sem mindig egyenlő értékűek, s a teljesen szabályos és az egyoldalu alkotás között a legkülönbözőbb átmeneteket találjuk.

A Tisza felső folyásának jobbparti mellékvei például több vizet visznek a folyóba, mint a baloldaliak, míg annak közép- és alsó folyásában az erdélyi Kárpátok nagy bőségu mellékfolyói sokszorta felülmúlják az Alföldről beléje jutó folyócskák sekély vizét. Így van ez igen sok más folyóval is.

Gyakran előfordul azon eset, hogy két vagy több körülbelül egyforma nagyságú folyó sugáralakúan egyesül egymással és csak összetorkolásuktól kezdve alkotnak egy főeret, melynek nem ritkán a neve is más, mint az eredő folyóké.

Oroszországban a Szuchona és Vicsegda egyesüléséből keletkezik a Dwina, a Német birodalomban a Werra és Fulda egyesüléséből a Weser.

Hazánkban az egyesült Köröst négy közel egyenértékű folyó találkozása alkotja (Berettyó, Sebes-, Fehér- és Fekete-Körös), a Bodrog hat folyóból ered stb.

Ázsia folyórendszereit különösen az *ikerfolyók* jellemzik. Ezek egymáshoz közel erednek és sokszor messze kalandozó pályafutás után csak torkolatvidékükön ölelkeznek vagy haladnak egymáshoz közel a közös czél felé.

A Hoangho és Jang-Tse-Kiang, a Ganges és Brahmaputra, az Eufrat és Tigris az ikerfolyók szép példái. Ilyenek hazánkban a Sajó és a Hernád.

Némely folyam rendszerének vizsgálásánál kétségünk támad néha még az iránt is, vajjon tulajdonképen melyik is a főfolyója, minthogy e rangra többen is igényt tartanak. E tekintetben nemesak a folyók hossza és vízbősége, hanem azok iránya, főképen pedig az orográfiai és geológiai alakulás, sőt a talajviszonyok is mértékadók.

Lehetne például az Inn a Duna helyett a főfolyó, mert a Dunánál bővebb vízü és hosszabb folyású. De az Inn a többi Alpesi folyókkal együtt (Iller, Lech, Isar, Traun, Enns) a Dunának azon mélységvonalára felé törekszik, mely az Alpok és a Német Középhegység között, mint legmélyebb barázda hivatala van arra, hogy a kétoldali folyókat főfolyó léte magába vegye. Az Inn különben torkoláskor irányát sem tartja meg, míg a Duna egyenesen tovább halad.

A folyamok hossza általában sokkal csekélyebb jelentőségű, mint vízgyűjtő területük nagysága, vagyis folyamterülete.

A Missouri-Mississippi például az Amazon hosszát 800 *km*-el, a Nilus 500 *km*-el, sőt még a Jang-Tse-Kiang is 150 *km*-el múlja felül, mégis az Amazon a Föld leghatalmasabb folyama.

A Duna csak kétszer oly hosszú, mint a Rajna, de vízgyűjtő területe négyszer akkora, stb.

A folyók csiszoló, horzsoló és koptató képességüknél fogva szüntelenül egyengetik pályájukat, úgy, hogy elmondhatjuk, hogy minél szabályosabb az esése és egyenletesebb a medre valamely folyónak, annál idősebb, mert minél több ideje volt arra, hogy a völgyvályuját magának kiegyengesse, annál tökéletesebben megtehetette azt.

A nagyobb, kifejtettebb folyók pályáját három *szakaszra* oszthatjuk, ugymint: a *felső*-, *közép*- és *alsó* folyásra.

A felső folyás addig tart, míg a folyó a magas hegyeket el nem hagyja; e szakaszában a folyó hol kiszélesül és tavakat alkot, hol meg összeszorul és vizesésekben bukik alá. A középfolyásban szelídebb emelkedések között halad tova és rendszeren hajózhatóvá is válik, mert itt veszi fel a legtöbb és legjelentékenyebb mellékfolyóit. Alsó folyásában medre rendszerint kiszélesül és sokszor posványos alacsony partok között, számos homokzátonyt és iszapos buczkákat lerakva és ismételten több ágra oszolva, lassan hömpölyög a tenger felé.

A Duna felső folyása Passauig, középfolyása pedig Orsovaig tart. A Rajna felső folyása Baselnél végződik, alsó folyása pedig Bonn-nál kezdődik.

A folyók jellegének két legellentétebb határa a *mélyföldi* és *felföldi* folyók közötti megkülönböztetés. A mélyföldi folyókat alacsony, lapos, ingoványos és posványos meder jellemzi, míg a felföldi folyók mélyen bemetszett sziklás völgyfenéken futnak keresztül.

Tisztán felföldi folyók például hazánkban a Tisza felső folyásának vizei: a Taracz, Talabor, Nagygát stb., a Hernádba torkoló Gölneiz, a Sajót tápláló Rima és Bodva stb., mélyföldiek a Hortobágy, a Berettyó és a nagy magyar Alföld számos más sekély vize. De tisztán mélyföldi folyók még Európában a hatalmas Volga is, továbbá a Dnjeper összes mellékfolyóival, valamint a Dnyeszter, az orosz Bug és még sok más, a Szarmát Mélyföldet átszelő folyó.

Az ilyen folyók pályáját, akár a lapályon eredjenek, akár pedig felföldet szeljenek át, nem lehet felső-, közép- és alsó folyásra beosztanunk, mindazáltal ritka folyó az, melynél legalább a felső és alsó folyásra való általánosabb beosztás ne volna alkalmazható.

A folyók jelentőségét a Föld és az emberiség történetében nem lehet eléggé nagyra becsülni. Egyenletesen osztják szét a vízkörnyékük különböző vidékeire hullott hókat és esőnek vizét, számtalan elágazásaikkal táplálják és termékenyítik egész vízgyűjtő területüket. E vizerek olyanok, mint az emberi test erei: az életnek és mozgásnak útjai. Hajdan a népek közlekedésének egyetlen eszközei voltak ők (Ganges és Nilus «szent» folyók), jelenleg azonban művelődés tekintetében az ember szolgálatába szegődve, még az egykorinál is nagyobb a jelentőségük. Közlekedés, kereskedelem, kultúra, a nagy folyamok mentén fejlődött ki és partjaikra épültek a legnépesebb, legvirágzóbb városok.

16. A tavak.

A minden oldalról szárazföldtől környezett vízgyűléseket a folyóvizekkel szemben *állóvizeknek* hívjuk, a melyeket, ha vizük mennyisége a túlnyomó, *tavaknak*, ha ellenben a vízzel kevert földes alkatrészek, vagy a növényi anyagok amaszt elnyomják, *mocsaraknak*, illetve *lápoknak* nevezzük.

A tavak a szárazföld horpadásaiban és mélyedéseiben keletkeznek, ha ezekbe annyi víz jut, hogy az sem lefolyni, sem pedig elpárologni nem képes. Körvonaluk és területük nem állandó, még a nagyobb tavak is folytonos ingadozásoknak vannak alávetve, s így összességükben a Föld legváltozóbb és egyszersmind legfiatalabb tüneményei közé tartoznak.

A Fertő-tó például, jóllehet hogy közel 350 *km* területű, 1866-ban majdnem teljesen kiszáradt, úgy hogy fenekét a parti lakók felszántották, vagy mint réteket használták és falvakat és majorságokat építettek reá, míg 1870-ben — valószínűleg a Duna árvizének átszivárgása következtében — lassanként ismét vízzel telt meg, s régi területét ismét elfoglalta.

A tavak keletkezése általában két fő okra vezethető vissza, t. i. medencéjük vagy a talajba van vájva (92. ábra), vagy annak keletkezését valamely idegen anyagból álló töltés vagy gát idézte elő, a mely a vizet tóvá duzzasztotta fel (93. ábra.)

Magától értetődik, hogy a vájt medencéjű tavak állandóbbak, mint a torlaszolás útján keletkezettek, mert ez utóbbiak azonnal megszűnnek, mihelyt a víz ereje a töltést átszakítja, akár valamely lavina, vagy jégár előnyomulása, akár egy hegy vagy sziklaomlás, vagy a főfolyónak, esetleg oldalpataknak hordalékanyaga, görgeléktoemege alkotta a víz lefolyását elzáró gátat. Az okkal tehát megszűnik az okozat is. Állandóbbaknak látszanak ugyan azon sokszor nagy kiterjedésű tavak, melyeket a folyók alkotnak, midőn valamely völgy szoros átvágása előtt vizüket összegyűjtik, de a geológiai vizsgálat azt bizonyítja, hogy ezek nagy részét is a folyók görgelékükkel máris betöltötték, míg mások, mint a bodeni, genfi és megannyi más alpesi tó, meg vannak ugyan még, sőt nagy területet foglalnak el, medencéjüket azonban idővel a hordalékanyag be fogja tömni s helyüket egykor tágas és termékeny völgytérseggé foglalja el.

A vájt tavak medencéjét vagy földfeletti erő hozta létre, t. i. a víznek és a jégáraknak hosszú időn át érvényesült kiöblítő, kivájó képessége, vagy valamely földalatti erő alkotta őket, mint például üregek



92. ábra. Vájt medencéjű tavak.



93. ábra. Feltorlaszolt medencéjű tavak.

tetőzeteinek beomlása, vagy vulkanikus kitörések vájta katlanok, vagy romba dőlt kráterek, vagy tektonikus folyamatok, gyűrődések, földrengések okozta csuszamlások stb.

Egyes tavak egykori hatalmas tengerek maradványai, mint például az aral-kaspi tóterület, vagyis azon kiterjedt tenger utolsó maradványa, mely a fiatalabb tertiár-korszakban egész a bécsi medencéig ért, azóta azonban Európa keleti és Ázsia nyugati részének emelkedésével mind összébb zsugorodott. A kaspi tó a quartár korszakban még a Fekete-tengerrel függött össze, s ez utóbbi csak később jutott összeköttetésbe a Földközi tengerrel.

A tavakat a jellegüket és külső alakjukat módosító magassági fekvésük és a szomszédos vidék domborzati viszonyai szerint *mélyföldi* és *felföldi* tavakra osztjuk. A mélyföldiekhez soroljuk a folyóvizek alsó folyásaiban az áradás vizét felvevő alacsony, lapos és laza partok környezte *parti tavakat*, továbbá a delták lerakodmányaiban képződő *delta-tavakat*, valamint a lapos tengerpartok mentén elterülő *laguna, haff* és *limán* tavakat.

A felföldi tavakhoz tartoznak: 1. a *krátertavak*, melyek vulkanikus vidékek beomlott krátermedencéit töltik ki;

2. a *karszt-tavak*, azaz az alulról elmállasztott és kimosott mészkőzet beomlásos teknőzeteinek (dolina, polje) vízgyülemelése, melyek a karszt kőzetét jellemző egymásba nyíló földalatti szakadékok, barlangok és üregek fekvése folytán — a «közlekedő edények törvénye» szerint — majd kiapadnak, majd vízzel telnek meg (lásd «időszaki források»); továbbá 3. a *hegyi tavak*, oly hegységekben, melyeket a jégkorszakban nagy kiterjedésű jégárak borítottak, végül 4. a *völgytavak*, vagyis a rajtuk átfutó folyók mélyebbre vájt völgyrészei.

A krátertavak legnagyobb részét köralakúak, melyek s a hajdani kráter tölesértorkolatának alakulása szerint mintegy gát köríti őket. Ilyen például Olaszországban a Bracciano-tó (160 m mély), a bolsini tó (300 m mély), az Albán hegyek tavai Róma mellett stb.; ilyenek Észak-Németországban az Eiffel-hegység «Maar» néven ismert tavai is.

A karszt-tavak közül időszaki eltűnéséről nevezetes a zirknizi tó Krajnában.

A hegyi tavak közé soroljuk a tengerszemeket, a völgytavak pedig rendszerint nagy emelkedések közé szorult felduzzasztásai a folyóknak. Az ily tavak számos példáját találjuk az Alpokban, hol a svájci tavak vagy a Szt.-Gotthard körül, vagy a Jura gerincei között fekszenek, hosszukiterjedésük szélességüket rendszeren jóval felülmúlja, s általában vagy észak-nyugati, vagy délkeleti irányú, a vierwaldstätti tó kereszt alakjában pedig mindkét irány egymással mintegy egyesül.

A tavak összeköttetéseikre nézve, vagyis táplálkozásuk és vizük levezetése tekintetében négyfélék, u. m.: 1. *teljesen zártak*, 2. *olyanok, melyekbe valamely folyó betorkol, de belőle ki nem folyik*, 3. *olyanok, melyeket folyó nem táplál, de vizüket valamely folyó levezeti*, 4. *olyanok, melyeken egy-egy folyó keresztül folyik*.

ad 1. A zárt tavak vizüket csupán a meder forrásaiból, környékük apróbb vizereiből és a légköri lecsapódásokból kapják. Ilyenek a tengerszemek, s az aránylag apró krátertavak legnagyobb része; de több nagy kiterjedésű tó is e csoportba tartozik, mint hazánkban a Fertő- és a palicsi tó, Kis-Ázsiában a Van-tó, Brit-Észak-Amerikában a kanadai tavak stb.

ad 2. A folyókat befogadó, de lefolyással nem bíró tavak példája a kaspi- és az Aral-tó. Ezek vízállása és térfogata a betorkoló folyók évszakonként változó vízbősége szerint nagyon különböző.

ad 3. A csupán lefolyással bíró tavakat *forrástavaknak* is nevezik. Főjellegük, hogy az esetleg beléjük torkoló kisebb vizerek a tó medencéjének szomszédos környékéből fakadnak, vagy pedig, ha távolabbról jönnek is, vízmennyiségük túlságosan csekély, semhogy a tó kizárólag belőlük táplálkozhatnék.

Ilyen például a nagy Tana-tó Abessziniában, melyből a Kék-Nilus ered, ilyen hazánkban a Balaton is, mely vizének legnagyobb részét a saját forrásaiból, nem pedig a beléje torkoló csekély vizű Zalából és medenczéje környékének kis csurgóiból nyeri. Ilyen Ausztriában a wocheini tó, melyből a wocheini Száva fakad, a Caldonazzo-tó, melyből a Brenta ered és még számos más.

ad 4. Folyótavakra rendszerint a hegységek völgyeiben akadunk. Ezek nem egyebek, mint a folyó kiszélesülései, de fontosságuk rendkívül nagy, mert mint «tisztító medenczék» szerepelnek. Így például a Pó Svájcban eredő baloldali mellékfolyói (Ticino, Adda, Oglio, Chiese, Mincio), a magas hegységből hozott óriás mennyiségű görgelékanyagukat azon tavak medenczéibe öntik, a melyeken keresztül folynak, míg a velencei mélyföld folyói (Bacchiglione, Brenta, Piave, Tagliamento, Isonzo), melyek ily tisztító medenczéken nem folynak keresztül, hóolvadáskor, valamint nagy esőzések után hirtelen igen tetemesen megdagadnak, pusztító árjuk a hidakat elsodorja, parti töltéseiket és gátjaikat átszakítja s az egész szomszédos termékeny vidéket görgelékanyagukkal elborítva, a lakosságot koldusbotra juttatja. Ily tarfolyó (torrens) jellegűek a Pónak az Apenninekből eredő jobboldali, valamint a Tiszának az Erdős-Kárpátokból eredő jobboldali mellékfolyói is.

A térképet szemügyre vevén, látjuk, hogy a Föld összes tavainak területe — akaspi-tóval együtt — közel 1,700.000 km^2 -re tehető. Bármily tekintélyes szám ez, (majdnem háromszor akkora mint Magyarország), mégis alig mulja felül a mexikói öböl nagyságát.

A tavak alábbi táblázatából láthatjuk, hogy azok összes területéből 1 millió km^2 -nyi rész, a 10,000 km^2 -nél nagyobb kiterjedésű 20 tóra esik.

Kaspi-tó	440,000 km^2	Nagy Rabszolga-tó	28,000 km^2
Felső-tó	81,000 «	Niassa-tó	26,500 «
Viktoria Nianza-tó	75,000 «	Erie-tó	26,000 «
Aral-tó	67,000 «	Winnipeg-tó	25,000 «
Huron-tó	62,000 «	Ontárió-tó	18,800 «
Michigan-tó	58,000 «	Balkas-tó	18,400 «
Tanganyika	35,000 «	Ladoga-tó	18,000 «
Baikál-tó	34,000 «	Athabaszka-tó	12,500 «
Czad-tó	30,000 «	Eyre-tó (Ausztrália)	10,000 «
Nagy medve-tó	28,000 «	Onéga-tó	10,000 «

Kisebb tavak összehasonlítása czéljából a következő tavak kiterjedése álljon itt még:

Wetter-tó (Svédország)	2000 km^2	Lago Maggiore-tó	200 km^2
Balaton-tó	1000 «	Vierwaldstätti-tó	100 «
Boden-tó	500 «	Würm-tó	50 «

A tavakat még *édesvizűekre* és *sós vizűekre* oszthatjuk fel.

Azok a tengerrészek, melyek tavakká sorvadnak, eredetileg természetesen sós vizűek, a csupán csapadékok, források és folyók táplálta tavak ellenben édes vizűek. Az eredeti jelleg megmaradása egyedül attól függ, vajjon van-e az illető tónak földfeletti vagy földalatti lefolyása; ha nincs, — mint például a torkolati tavaknál — vagy valamely ok miatt megszűnik, akkor a folyó hozta sók a tóban felhalmozódnak, mert a párolgás csak vizet távolít el, s az édes vizű tó sós vizűvé válik. Sós vizű tavak viszont édes vizűekké lesznek, ha lefolyáshoz jutnak.

A tavak sótartalma igen különböző, sőt egy és ugyanazon tóban is felette változó. A kaspi tó sótartalma például a Volga torkolatánál 0.015, Bakunál 0.132, a tó déli részében 0.563 és a karabugasi sekély és zárt öbölben, melyet a tóval csak egy keskeny nyílás köt össze, 2.85 százalék.

A tavak sója nemcsak mennyiségre, hanem minőségre is különböző. Ezért valódi sós tavakat, — melyekben túlnvómó a konyhasó, — továbbá natron-tavakat vagy szikes tavakat, melyekben a sziksó az uralkodó, végül borax-tavakat különböztetünk meg. A valódi sós tavak a legzamosabbak, szikes tavak például a Nyírség és Hortobágy tavai a nagy magyar Alföldön, vagy a Van-tó Kis-Ázsiában, míg a borax-tavak aránylag ritkák. Ilyeneket Közép-Ázsiában, Perzsiában, Kaliforniában, stb. találunk.

Habár tavak mindenütt előfordulnak, társaságban vagyis nagy csoportokban, mégis csak bizonyos területeken lelhetjük őket, hol sokszor számuk oly tetemes, hogy róluk nem mint egyes tavakról, hanem nagy *tóvidékekről* kell szólnunk.

Ilyen területek Földünk pusztaságai és sivatagjai, továbbá az egykori jégkorszak jégárak borította vidékei.

Természetes, hogy a nagy kiterjedésű tóvidékeket mindig a képződésükhöz alkalmas talajviszonyok, azaz azon talajrétegek hozzák létre, melyek a talajvíz gyülemlesét felfogják s az ezt gyarapító csapadékot át nem bocsátják. Így az északamerikai nagy tavakat a sziklás talaj fogja fel, Franciaország délnyugati tengermellékén, az u. n. Landes-okon az agyagos aliosz-réteg állítja meg a vizet, a Porosz tósiság, valamint Oroszország terjedelmes tavait és mocsarait pedig részint az agyagos, részint a keményebb talajrétegek fogják fel. (Polešie).

A sivatagokban a széles és lapos medenczéjű lefolyás nélküli tavak az uralkodók. Képződésük oka az, hogy a szárazföld stípedeikeiben összegyűlt víz az aránylag csekély csapadékból kevés táplálékot kap, úgy hogy a nagy párolgás miatt a tó vize még akkor sem gyarapszik annyira, hogy lefolyást keressen, ha valamely nagy folyó torkol a tó medenczéjébe; a kaspi, Aral, Balkas-tavak, valamint a gobi sivatag, a perzsa sivatag (Hamum), a szudáni (Czad-tó), a kalahári sivatag (Ngami) és Ausztrália bel-

sejének tavait ily okok szülték. Ilyen eredetű hazánkban a Fertő-, a Kis- és a palicsi tó a Nagy magyar Alföldön.

A jégkorszakban keletkezett tavak medenczéjét részint az óriás jégárak súroló, koptató, csiszoló képessége vájta ki, részint őket a glecserek lerakta moréna-gátak torlaszolták fel. A Finn tósíknak, — melyet az «ezer tó vidékének» is hívnak, — Oroszország balti tengermellékének tavait, valamint a keleti porosz tósíkság és a pommerániai és mecklenburgi felföldek tavait, úgyszintén az Alpok északi és déli párkányán végig húzódó tavak sorozatát a glecserek tevékenysége alkotta.

Megjegyzés. A tavak szintjére és átlátszóságukra nézve igen eltűnnek egymástól. A felföldi tavak majdnem mind tiszták, fenéig átlátszók s minél magasabban fekszenek, annál sötétebb zöld, vagy — mint a melegebb tájak felföldi tavai (Lago Maggiore, Garda-tó stb.) — a tengeréhez hasonló kék színben pompáznak, a mélyföldi tavak vize ellenben — eredetükhöz képest — zavaros, iszapos, szőke, partjaik pedig sokszor posványosak, ingoványosak.

A tavak tűneményei a tenger mozgásaihoz hasonlatosak, a mennyiben a tavak is hirtelen viharoknak és háborgásoknak színhelyei. Viharokról híresek a Felső-tó Észak-Amerikában és a Ladoga és Baikál tavak Oroszországban. Háborgásairól ismeretes a mi Balatonunk, valamint a genfi-tó Svájcban, melyek tükre nem ritkán a légnyomás változásaival összefüggő hirtelen ingadozásoknak van alávetve és néha erősen kizajlik a partokra.

A mérsékelt és hideg égővi tavak egyik érdekes tűneménye a jégképződés is. Ha a víz felülete csendes, sima jég képződik, ellenkező esetben rögzös. Ez a jégkéreg azután az olvadásig sok változáson megy át. A régi jégburokhoz új meg új réteg tapad, s meggörbíti azt, ha pedig a víz emelkedik — például olvadáskor — az is felfelé nyomja a jégkerget. Ez okból gyakran messze elhallatszó ropogás közben a tó jégburkolata össze-vissza reped, a mit *rianásnak* nevezünk. Azonban nemcsak hóolvadáskor, vagy esetleges hirtelen háborgáskor keletkezhetik rianás, hanem nagy hidegben a jég erős összehúzódásából is, ha t. i. a jégpánczél a szemben levő partokhoz erősen hozzátapadt s a parthoz kötő erő és a hidegnek a tó belsejének jégplett összehúzó ereje egymással ellentétben állanak.

17. Mocsarak és lápok.

A szárazföld és a víz állandó vagy időszakos keverékeit vagyis azon sás, nád, káka, szittyó és egyéb vízi növények fedte sekély állóvizeket, hol a víz általában túlságban van, *mocsaraknak*, míg azokat, melyeknél a víz áztatta földes anyag és a növényzet a vizet felülmulja, *lápoknak* nevezzük.

Mind a mocsarak, mind a lápok gyakran egykori tengerek, vagy óriás tavak medenczéinek jelenleg lassan-lassan kiszáradó átmeneti képződményei: de kivételek is vannak, mert mocsarak mindenütt képződhetnek, hol a vizet megkötő talajrétegek lejtje csaknem vízszintes, úgy hogy a felettük felhalmozódott víznek csak igen csekély, vagy semmi lefolyása sinesen. Ez oknál fogva természetes, hogy a mocsarak a lapos alacsony tengerpartok mentén képződnek, valamint a mélyföldi folyók partjait kísérik, különösen ott, hol a folyók szintje — főképen áradáskor — magasabb, mint az őket környező vidéké.

Az Adria-i tenger olasz partszegélyének mocsarai Riminínél kezdődnek és mindinkább növekedve a Pó torkolatvidékén 40 km-nyire szélesednek ki, innen pedig folyton keskenyedve az Isonzó torkolati területén a Sdobbánál végződnek. Ez az oka annak, hogy e partvonal mentén — Velenczét kivéve — egyetlen nagyobb kikötő sem fejlődhetett s hogy a meglevő öblözetekbe is csak kis mélyjárata hajó evezhet be.

Hazánk nagyobb mocsárterületei az alföldeken a folyók mentén találhatók. A Nagy Alföldön a Duna partmelléke Dunaföldvártól kezdve a Dráva torkolatáig, különösen Mohácsnál, továbbá a Temes torkolatvidéke Pancsovánál; a Tisza mentén a Hosszúrét a Bodrogközben, továbbá a Tisza partszegélye Tokajtól a folyó torkolatáig, a Tiszántúlban a Nagy és Kis Sárrét, valamint az alibunári mocsár a Bánátban. A Kis magyar Alföldön a Hanság, továbbá a Csallóköz mocsarai, a Dunántúlban pedig a Dráva és Száva menti mocsarak érdemelnek említést.

Európai Oroszországban a mi nagy Alföldünk kiterjedésével egyenlő, — tehát kerek 100,000 km² nagyságú — a Rokitno mocsár vagy a Polešie a Pripjatj folyó mindkét partján, melyet a főfolyó csekély esése, a mellékvizek kedvezőtlen torkolási viszonyai, a talaj és csapadékvíz elég gyors lefolyást nem találó tespedése, valamint a dús erdőfödőzet hoztak létre.

Mindezen eddig említett mocsaraknál sokkal nagyobbak még ázsiai Oroszországban az Ob és Irtisz mellékei Tobolszktól egyesülésükig, továbbá az európai és ázsiai Oroszország északi partszegélyén elterülő hatalmas «tundrák», Észak-Amerikában az Unió keleti partvidéke Florida félszigetétől a Chesapeake öböljéig stb.

A tropikus vidékek nagy lapályai az esős évszakok beálltával sokszor nagy kiterjedésű mocsárterületekké változnak át, melyeket azonban a száraz évszak forrón tűző napja ismét kiszárit, ezek tehát *időszakiak*; a mérsékelt égővnek — az év minden szakában — többé-kevésbé tetemes lecsapódások által táplált mocsarai ellenben *állandóak*.

A nap heve a mocsarak szerves anyagainak gyors feloszlását, rothadását idézi elő, minélfogva az ily vidékek, káros kigőzölgéseik és

lázt okozó páráik miatt (malária, typhus) igen ártalmasak s ezért gyéren lakottak. Nagy seregeknek ily vidékeken való előnyomulásánál a járványok szinte kikérülhetetlenek.

A *lápok* képződésénél a növényzeté a főszerep, különösen a kiszáradásban levő tavaknál, főképen pedig olyanoknál, melyeknél a be- és lefolyás a víznek nyugalmát csak a felületén zavarja meg s melyeknek tükrét szélről védett fekvésüknél fogva erős hullámozás nem nyugtalanítja.

A láposodás folyamata vagy felülről lefelé vagy alulról felfelé terjed, a szerint, a mint a talaj vízben oldható kovásvanban és kovásvan káliumban bővelkedik, de szénsavas mészben szegény; vagy csekély kovásvan mellett, nagy mennyiségű oldott mészsókat tartalmaz.

Az első esetben, az u. n. *alföldi* vagy *réti* lápoknál a láposodás a talaj süppedékeiben, különösen az árterületek sekély állóvízeiben a partoknál kezdődik, hol nagy mennyiségű mocsárvirág, vízi zuzmó, nád, sás, szittyó és kákafélék honosodnak meg és gazdag tenyészetnek indulnak.

E növények nemesak a talai nedvességét, hanem a léghő páratartalmát és csapadékát is mohón szívják magukba és így alaptalajukat s ennek szomszédos környezetét is mindinkább elposványosítva, önmaguk alkotják meg további gazdag gyarapodásuk feltételeit.

Különösen a vízi zuzmók rendkívül sűrű szövevénye az, mely a tavak belseje felé felette gyorsan gyarapodik. Alsó részük mihamar elhal, a víztükör feletti részük ellenben tovább zöldel és sokasodik és végül az egész vízszint egy mindinkább gyarapodó süppedékes pázsitszőnyeggel vonja be.

A mindinkább szaporodó növényzet mind nagyobb súlylyal nehezedik a tó felszínének takarójára, úgy hogy az folyton mélyebbre süllyed alá s minthogy a felületen mind újabb és újabb növények honosodnak meg, sok-sok év multán a szüntelenül vastagodó növényréteg végül a tó közepének fenekét is eléri. A vízből ilyenén módon lassanként új szárazföld alakul.

A második esetben az u. n. *felföldi* vagy *dombi*, vagy *magas lápoknál* a lápot eredetileg víz borítja. A láposodási folyamat itt a sekély és iszapos tófenéken a partok közelében kezdődik s befelé a tó közepe felé gyorsan terjed. A mindinkább elhatalmosodó vízi növények szövevénye végül a tó színe fölé emelkedik, úgy hogy utóbb még az áradások vize sem borítja el a gazdagon burjánzó sásos buczkákat, melyek

végül posványos, ingoványos, süppedékes rétekké változnak át.

Hazánk Nagy Alföldjén, valamint a Szarmát Mélyföldön Oroszországban, a Nagy Germán mélyföldön stb. az igen esékély esésű mélyföldi folyók mentén nagy kiterjedésű lápok képződtek, melyeket a kultura előhaladása, a folyók szabályozása, valamint csatornázás és lecsapolás mind nagyobb és nagyobb terjedelemben buja rétekké változtat át, így hazánkban a Nagy- és Kis-Sárrét lápjait, az eesedi lápot a Kraszna mentén, Ausztriában a laibachi lápot stb.

A Német Birodalomban a lápoknak különböző vidékeken különböző neveket adtak pl. Filz, Ried, Moos.

Minthogy a víz alá levegő nem juthat, a növények egész összevissza font és szótt tömege a lápvíz tükre alatt lassan elszenesedik s a tőzeget szolgáltatja. Nagy melegben az elhalt szerves anyagok szétbomlása igen gyors, ennél fogva *tőzeges lápok* általában csak a mérsékelt és hideg égövben fordulnak elő.

A tőzeget törés útján nyerek és tüzelésre használják. Az Odera Warthe és ezek mellékfolyóinak mentét (Netze, Obra, Ner, Proсна) nagy terjedelmű tőzeges lápok (Bruch) szegélyezik.

V. RÉSZ.

A tenger.

18. A tengerek beosztása, medre, mélysége.

A szárazföldeket egymástól elválasztó nagy terjedelmű és mindég sós ízű víztömegeket tengereknek nevezzük. Azok a kisebb-nagyobb tengerek, melyek olykor mélyen a szárazföldre hatolva, annak egyes részeit egymástól elválasztják, mind azon egységes nagy világtengernek öblözetei, melynek közös eredete látszólag a déli Jeges tenger hatalmas medencéjében van. Ebben összpontosulnak a földséget elválasztó nagy óceánok.

A világtenger, a mely — mint az a 4. fejezetben említett — 365·5 millió km^2 -nyi kiterjedésben a Földfelület 71·7 százalékát borítja, öt nagy óceánból, u. m. a Nagy, vagy Csendes, az atlanti, az indiai óceánból, továbbá az északi és déli Jeges tengerből áll. Ez utóbbi kettő a két sarkkörön belül terül el, s őket többen nem is számítják a nyílt nagy óceánok közé. A három nagy óceánt a Tű-fokon, Horn-fokon és Tasmánia legdélibb fokán átmenő délkörök határolják.

Habár a tengerek között külalakjukra nézve látszólag összhangzó-ság nincsen, a térkép szemügyre vételénél mégis láthatjuk, hogy azok a szárazföldekhez hasonló elosztást mutatnak, hogy t. i. a három szárazföld-párnak megfelelőleg a három nagy óceán három pártengert alkot. Úgy az atlanti, mint a Csendes óceán északi és déli része egy-egy párt képez, az indiai óceán mellé pedig páruul oda képzelhetjük azon tengert, mely hajdan Európa és Ázsia között terült el, s melynek maradványa a kaspi és Aral tó.

Az óceánoknak igen számos, sokszor a szárazföldekbe mélyen benyúló öblözete van. Ezek ugyan többé-kevésbé elzárkóztak az óceánoktól, velük azonban másodrangú tengerrészek, u. m. csatornák, széles vagy szűk szorosok útján érintkeznek és szüntelen összeköttetésben maradnak, mi által a kiszáradástól megvédenek és nem válnak édesvizüekké.

A tengereket következőleg osztályozhatjuk:

1. Nyílt óceánok:

a már fennebb említett 5 óceán;

2. Nem önálló tengerek:

a) *Kontinensek között levők nagy földköziiek*, azaz a földközi, mexikói és ausztrál-ázsiai tenger,

b) *Kontinensen belőliek*, pl. a balti-, Fekete-, Perzsa-, Hudson-tenger,

c) *Partszéliek*, pl. az Észak-vagy Német-, Britt-, Szt.-Lőrincz-, keletkinai-, Japán-, ochotszki-, Behring-tenger.

Mélységét tekintve a tenger két lépcsőre osztható: az egyik a partszegélytől számítva a 200 *m*-es vonalig, vagyis a földségi tábla széléig (4. fejezet) terjed, ez a *sekély tenger*, a másik pedig, mint *nyílt* vagy *mély tenger* az óceáni tábla hatalmas medencéjét tölti be.

Mintogy a mozgó tengervíz mechanikai hatásai 200 *m* mélységig még észlelhetők, ily mélységre még a fénysugarak is lehatolnak és a felső vízrétegek nyomása kevésbé tetemes, természetes, hogy a két lépcső szerves lényeinek életfeltételei egészen mások a sekély, mint a mély tengerben.

A tenger mélységét az óriás víztükör felszínétől a fenéig számítjuk. Itt azonban tekintetbe kell vennünk egyfelől azt, hogy a felszín nem teljesen egyenletes, mert a kontinensek határozott vonzást gyakorolnak a szomszédos víztömegekre, úgy hogy azok a partok mentén kissé feljebb emelkednek, másfelől azt, hogy a tengerfenék sem teljesen sík, hanem rajta mélyedések és emelkedések váltakoznak. Az újabbkori mérések igazolják azonban azt is, hogy a *tenger medrének egyenlenségei egyáltalában nem állíthatók párhuzamba a szárazföldek domborzatának változatosságával*, sem magasság, sem pedig a hegycsúcsok széthasogatottsága tekintetében, mert a tengerek feneke kivétel nélkül széles lábú, lapos és

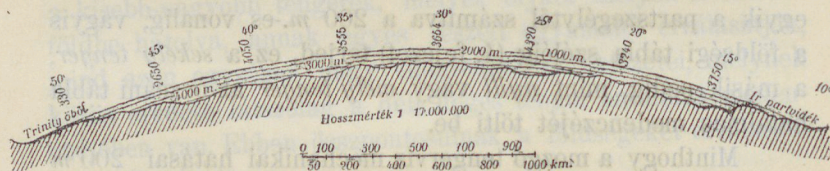
hosszúra nyúló talajhullámokból és szelid lejtőjű domb-sorozatokból áll.

A tenger egyenlő mélységű pontjait összekötő vonalakat *isobathoknak* nevezzük.

Az isobath-térképek szemügyre vételénél látjuk, hogy azok a legújabb időkben több állam részéről tisztán a tenger mélységének megmérése céljából kiküldött hajóknak, a legmegbízhatóbb műszerekkel végrehajtott pontos és számos mérései daczára is némi tekintetben csak gyanítgatások.

Mert habár az angol «Challenger» hadihajó (1873—76.), a német «Gazelle» (1874—76.), az amerikai «Tuscarora» (1874—76.) és a norvég «Vöringen» (1876—78.) stb. tudományos feladatuknak kiválóan megfelelték, a mérések száma még sem elegendő, mert habár a partok közelében a hajózás érdekében már a tengerészet gyermekkora óta szüntelen gyarapodó számos mélységi adat áll rendelkezésre, az óriási óceáni medencék mélységi viszonyai felől aránylag csekély mérés nyújt felvilágosítást.

Ellensúlyozza ezen körülményt annak minden kétségen felüli megállapítása, hogy a tenger egyenetlenségei sokkal csekélyebbek a száraz-



A magasság mértéke a hossz mérték huszszorososa.

94. ábra. Az atlanti óceán medencéjének keresztmetszete az első tengeralatti távívóvonal mentén.

földek domborzati változatosságánál, amit első sorban a tengeren túli kábelek lerakásánál konstatáltak. (94. ábra.)

A Föld fejlődésének hosszú évezredei alatt a tengerfenék sem maradt teljes nyugalomban. Vulkánkúpokat és lávaanyagokat a nagy óceánokban is találunk, de a szárazföldek egyes részeit oly hatalmasan kiemelő és feltorlaszoló gyűrődés folyamata a tengerfenéken sokkal csekélyebb mérvben nyilatkozott meg.

Három más tényező, mely a szárazföld hegységeinek fantasztikus csúcsalakzatait kivéste s koptató, csiszoló tevékenységét ma is érvényesíti, t. i. az elmállás, denudáció és erozió, a tengerben hiányzik, vagy legalább is tevékenysége egészen más irányú.

Az elmállás hiányzik, mert a tengerfenék az atmosferiliák hatása ellen teljesen védve van, ami pedig a mozgást illeti, a tenger vize sem nyugodt ugyan, de a legerősebben felkorbácsolt hullámok hatása sem terjed mélyebbre 200 m-nél és egészen másképpen nyilvánul, mint a

a folyók ereje, mert nagy szélességben terül szét és nem váj olykor rendkívül mély árkokat, vályukat, sőt szakadékokat, mint a folyók vize.

A nyílt tenger medre tehát nem a pusztításnak, hanem a lerakódásnak színhelye, ez pedig nem szül új egyenetlenségeket, hanem a már meglévőket enyhíti és elsimitja.

Feltűnő azon tény, hogy az óriási óceáni medencék legnagyobb mélységeit éppen nem az óceánok közepén, hanem azok széleinek közelében észlelték.

A Nagy vagy Csendes óceán legmélyebb pontja (9427 m.) az óceán déli részében a Kermadec szigetektől keletre fekszik. Ez az eddig mért összes mélységek közül a legnagyobb, mely tehát a föld legmagasabb hegyesúcsának a Gaurisankar vagy Mount Everestnek magasságát is (8840 m) a Himalayaban tetemesen felülmúlja.

Az atlanti óceán legnagyobb mélysége Puerto Rico nyugat-indiai szigettől északra 8341 m., az indiai óceáné pedig a Szunda-szigetektől közvetlen délre 6200 m.

Ha tekintetbe vesszük, hogy úgy az atlanti, mint az indiai óceán közepmélysége a 3500 m.-t felülmúlja, a Csendes óceáné pedig több mint 4000 m.-t mutat, láthatjuk, hogy az összes tengerek közepmélysége a szárazföldek közepmagasságát sokszorta múlja felül, mint az a 6. ábrából is kiténik.

Az összes melléktengerek természetszerűleg sekélyebbek, mint az óceánok. Így a Földközi tenger közepmélysége 1450, az Adriaié 250, az északi tengeré 90, a keleti vagy baltié pedig csak 70 m.

A tengerek kiterjedésének és mélységének adatai az alábbi táblázatból vehetők ki.

Óceánok s azok mellék-tengerei	Területnagyság km^2 -ekben	Közepes mélység m -ekben	Legnagyobb ismert mélység m -ekben
Északsarki tenger	12.795,850	820	4846
Hudson-öböl	1.222,609	130	200
Atlanti óceán	79.776,346	3800	8341
Britt parti tengerek	213,381	65	260
Északi tenger	547,623	90	808
Keleti tenger	430,970	70	430

Óceánok s azok mellék-tengerei	Területnagyság km^2 -ekben	Közepes mélység m -ekben	Legnagyobb ismert mélység m -ekben
Európai földközi tenger	2.963,035	1450	4400
Szent-Lőrincz-öböl	219,298	130	570
Amerikai földközi tenger	4.584,567	2100	6300
Indiai óceán	72.563,443	3600	6200
Vörös-tenger	448,810	450	2270
Perzsa-öböl	236,785	35	90
Andaman-tenger	790,550	800	3160
Nagy v. Csendes óceán	161.137,973	4100	9427
Ausztrálázsiai tenger	8.081,780	940	5120
Keletkinai tenger	1.242,480	140	1100
Japán-tenger	1.043,824	1100	3000
Ochotszki tenger	1.507,609	1300	1300
Bering-tenger	2,264,664	1600	3930
Californiai öböl	166,788	1000	2900
Délsarki tenger	13.261,615	1500	3612
Nyílt óceánok összesen	339.535,327	4000	9427
Mellék-tengerek összesen	25.964,773	1100	6300

19. A tengervíz vegyi összetétele, fajsúlya, színe.

Az iszapon, állati maradékokon és egyéb benne lebegő különböző megszámálhatatlan töredékeken kívül a tenger vize főképen feloldott állapotban levő vegyi anyagokat tartalmaz, melyek következtében fajsúlya jóval nagyobb, mint az édes vízé. Ez oknál fogva a tenger nagyobb terheket képes hordani, mint az édes víz, s a folyókból a tengerbe lépő hajók kevésbé mélyre süllyednek ebben, mint az édes vízben.

Természetes, hogy a feloldott anyagok mennyisége, az elpárolgás aránya, a betorkoló folyók száma, a csapadék bősége, továbbá az áramlatok és ellenáramlatok befolyása szerint, a fajsúly nemcsak minden tengerben, de egy és ugyanazon tengerben is az év különböző szakaiban más és más. Minthogy a fajsúly első sorban a feloldott sók arányától, ez pedig a hőmérséklettől, a tengereknek a szelek, árapály és áramlatok okozta helybeli megmozdulásától, a sarkközei tengerekben pedig a jég képződésétől és elolvadásától is függ, világos, hogy általában a módosulást okozó különféle tényezők befolyása folytán, — úgy fajsúly, mint sótartalom tekintetében csak közepes értékekről lehet szó.

A tengervíz vegyi összetételének és fajsúlyának meghatározására a legújabb időben igen pontos szerkezetű *vízmerítő készülékeket* használnak, melyek lehetővé teszik, hogy bármily tetszőleges mélységből vízpróbákat merítsünk fel anélkül, hogy a készülék felhúzásánál annak tartalma a felsőbb réteg vizével összevegyülhetne. Hydrometer, Aräometer, Refraktometer.

A *tengervíz fajsúlya* 1.024—1.028, vagyis egy köbméter tengervíz annyit nyom, mint 1024—28 liter lepárolt víz, tehát köbméterenkint 28 literrel többet.

Ugy látszik, hogy a déli félgömb tengereinek vize közepesen valamivel könnyebb, mint az északi félgömbön levőké.

Az eddigi kutatások szerint az ismeretes 71 elem közül a tenger vizében 33 fordul elő. Ezek túlnyomó része az oldott állapotban levő vegyi anyagokra esik, melyeket össz-mennyiségükben a tenger *sótartalmának* nevezünk. Ez a sótartalom kiválóan jellemzi a tengert, mert vizének saját-szerű sós-keserű ízt ad és neki ama különös illatot kölcsönzi, mely a hullámok finom tajtékától átjárt tengeri szélben van.

A tengerben levő összes sóknak közepes mennyisége 3.4%-ot tesz ki s a nyílt tengerből merített víznek nagyszámú elemzése minden kétséget kizárólag kimutatta azt is, hogy a feloldott anyagok viszonylagos aránya valamennyi tengerben szembetűnőleg egyforma. A chlor-nátrium, vagyis a konyhasó mennyisége e szerint minden tengerben valamivel több, mint az összes sótartalomnak három negyed

része. A konyhasó után jelentőségre nézve a chlormagnézium és a keserűsó következik, azután pedig a gipsz, a chlorkálium és a szénsavas sók.

Az összes sók eloszlásának arányát az alábbi táblázat tünteti fel.

Konyhasó	2.69	rész
Chlormagnézium	0.32	«
Chlorkálium	0.06	«
Keserűsó	0.22	«
Gipsz	0.13	«
Szénsavas sók stb.	0.01	«
Összes sótartalom	3.43	rész.

Minthogy egy liter tengervízben 34 gramm só van, egy köbméterben tehát 34 kgr. s a tenger össztömege 1279 millió köbkilométer, közép mélysége pedig 3500 m, az egész vízmennyiség elpárolgásánál a fenékre 44,765 billió tonna só rakodna le, a mi az egész tengerfenékre (365.5 millió km²) egyenletesen elosztva egy körülbelül 56 m magas sóréteget eredményezne.

A sótartalom azonban az imént felsorolt nagyhatású tényezők befolyása következtében, nagy különbségeket mutat fel.

Az óceánok közül az északatlanti a legsódúsabb, az északi Csendes óceán ellenben a legszegényebb. A sótartalom maximuma az atlanti óceánban 3.76, az indiaiban 3.64, a Csendes-tenger északi részében pedig csak 3.57%.

Ott, hol több nagy folyam vize keveredik az Óceánéval, például Dél-Amerika keleti partján (Amazon, Orinoko), vagy Közép-Afrika nyugati partján (Congo, Niger), annak sótartalma is kisebb. A sarkok felől jövő jéghegyek és hideg áramlatok is kisebbitik a szomszédos tenger sóbőségét.

A beltengerek többé-kevésbé zárt medenczéinek sómennyisége természetszerűleg a szerint gyarapodik, vagy fogy, amint az elpárolgás a folyók és felhők hozta édes víznél nagyobb, vagy kisebb, tehát évszakonként változik. A legsósabb a jelentékenyebb befolyás nélküli Vörös-tenger 4.00%-al, s a nagy párolgású földközi tenger sótartalma is meghaladja a 3.7%-ot. A Fekete-tengert ellenben tetemesen megédesítik (1.8%) a betorkoló nagy folyók, de még inkább a balti tengert, melynek alacsony hőmérséklete az elpárolgást is csökkenti. Mig az óceánnal nyíltan közlekedő északi-tenger keleti része 3.25% sóbőségű, a sómennyiség már a Skagerakban 2.9%-ra, a balti-tenger nyugati részében 0.8%-ra, a botteni öböl északi szögletében pedig 0.3%-ra száll alá.

A tenger vize a feloldott sókon kívül még *gáznemű anyagokat* is tartalmaz. Ezek közül a szénsav és a kötött levegő a legfőbbek.

Az első a szénsavat kilehellő állatok életfolyamától származik, a levegőt pedig a tenger felszíne veszi fel és pedig annál nagyobb arányban, — mint azt a kísérletek nemcsak a tenger, de minden tiszta vízre vonatkozólag kétségtelenül bebizonyították, — mennél hidegebb az.

A tenger vize kis mennyiségben époly szintelen, mint a desztillált víz, nagyobb tömegben ellenben *majd sötét zöld, majd pedig intenzív kék színű*, sokszor pedig a kettő között átmenetet képező kékeszöld színben pompázik. A szín árnyalata főképen a sótartalomtól, a hőmérséklettől és a tengerben úszó oldatlan anyagok arányától függ.

Az oldatlan állapotban a vízben lebegő anyagok a behatoló fénysugarakat visszaverik, minél nagyobb tehát ezen anyagok száma, annál sötétebb vagyis annál zöldebb a tenger vize. A sekély és hideg tengerekben a szilárd töredékek mennyisége a legnagyobb s a hideg vízben lassabban is oldódik, azért ezek színe zöld, míg a nagy óceánoké a partoktól távolabb kékeszöldbe, majd üde égszínkébe megy át, különösen az egyenlítőhöz közelebb eső meleg tenger-részekben, mert a mély medenczék szilárd anyaga is kevesebb és gyorsabban is oldódik, mint a sarki vizekben.

Helyenként és időnként a tenger színét közvetlen a víz tükre alatt tömegesen megjelenő alsóbbrendű élőlények, valamint a betorkoló folyók szedimentjei is befolyásolják. Így a Sárga-tengert a Hoangho rendkívüli iszap tömege (lössz) festi meg, a Vörös-tengert pedig mikroszkopikus állatok teszik vörössé. Ily kicsiny szerves állatok pl. meduzák, korallak stb., vagy vízi növények sűrű szövevénye sárgás, fehéres vagy piros színt kölcsönöz az indiai és Csendes-óceán egy-egy beöblözésének is.

A Fehér- és Fekete-tenger nem színüktől kapták nevüket.

20. A tengervíz hőmérséke.

A tenger melegét kizárólag a Naptól nyeri s így természetes, hogy felülete, — ellentétben a mélyebben fekvő rétegekkel — a legmagasabb hőmérséklettel bír; minthogy azonban másrésről a felület hőkisugárzása a hideg légkörbe akadálytalan, a hőmérséklet csökkenése is ott lesz a legtetemesebb, ott száll az tehát alá a legalacsonyabb hőfokra.

Világos az is, hogy a tengerfelület hőmérséklete az egyenlítőtől a sarkok felé épp úgy apad, mint a levegőé és a szárazföldeké, valamint hogy ezen csökkenést a Nap járása, azaz annak kitérése az egyenlítőtől északra és délre évszakokként módosítja.

A víz hőfoghatósága sokkal nagyobb, mint akár a Föld kérgét összetevő szilárd anyagoké, akár a levegő alkatrészeié, vagyis felmelegedéséhez — mint rossz hővezetőnek — amazoknál sokkalta nagyobb hőmennyiségre van szüksége; kihűlésekor viszont a szilárd anyagoknál sokkal tetemesebb hőmennyiséget ad le, de kisugárzása azokénál sokkal lassúbb. Ennek következménye az, hogy a tengervíz óriási felülete nappal, valamint nyáron hatalmas hőmennyiséget raktároz fel önmagában, melyet azután éjjel, illetve a tél folyamán a levegőnek ismét lassan visszaad.

Azon hőmennyiség, melyet a tengervíz egy köbmétere 1° C.-nyi hőcsökkenésnél kisugároz, elégséges ahhoz, hogy körülbelül 3100 köbméter levegő hőmérsékletét 1° C.-al emelje.

A tengerfelület hőmérsékének napi változása igen csekély, alig 1° C.; a közvetlen fölötté levő légréteg hőmérséke pedig általában véve 1° C.-al kisebb, mint az alatta levő vízszíne.

A legmagasabb hőmérsékű tengervizet természetszerűleg a minden oldalról szárazföldek által körülzárt medencékben és mély öblözetekben találták, így a Vörös-tengerben 32° , a Perzsa-öbölben 34.5° C.-al.

Nálunk a meleg fürdő vize körülbelül 27° R. vagy 34° C.

A nyílt óceánok legmagasabb közép hőmérséklete ellenben körülbelül 28.5° C. Ezen tetemes hőmaximumokkal szemben a sarki tengerek hőmérséke télen — 2° C.-ra sőt még mélyebbre is süllyed.

Az északi félteke földsegein a levegő hőmérséklete januárban illetve júliusban a legmagasabb, illetve legalacsonyabb, aránylag gyorsan áll tehát be a legmagasabb (jun. 21.), illetve legmélyebb (decz. 21.) napállás után. A víz nagy hőfoghatósága azonban a tenger hőmérsékletének maximumát és minimumát tetemesen eltolja. Az északi félteke nyarának folyamán a tenger még azután is, miután a Nap az ő legmagasabb állását elérte, napközben nagyobb hőmennyiséget vesz fel, mint a mennyit éjjel kisugároz, úgy, hogy a maximális hőmérséklet augusztusban, sőt helyenként szeptemberben

áll be, télen pedig a magába zárt nyári meleg tartaléknak kisugárzása még február közepéig, sőt néhol márcziusig is eltart, úgy, hogy a hőmérsékleti minimum beállta e hónapok közepére esik.

Az alábbi táblázat a 3 nagy óceán felületének február és augusztus havi legszélsőbb s ezek alapján azok évi közép hőmérsékletét tünteti fel az északi és déli szélesség 50. fokai között.

Szélesség fokokban	Február			Augusztus			É v		
	Atlanti óceán	Csendes óceán	Indiai óceán	Atlanti óceán	Csendes óceán	Indiai óceán	Atlanti óceán	Csendes óceán	Indiai óceán
50	7.9°	4.2°	—	15.0°	11.4°	—	11.4°	7.8°	—
40	15.2°	10.4°	—	22.7°	19.7°	—	19.0°	15.0°	—
30	20.1°	18.9°	—	25.8°	24.7°	—	23.0°	21.8°	—
20	24.6°	23.5°	24.3°	27.3°	26.8°	27.0°	26.0°	25.2°	25.7°
10	25.5°	26.7°	26.5°	27.5°	28.5°	27.1°	26.5°	27.6°	26.8°
0	27.2°	27.0°	28.1°	24.9°	26.7°	27.6°	26.0°	26.9°	27.9°
10	26.4°	26.9°	28.7°	22.7°	25.3°	26.1°	24.6°	26.1°	27.4°
20	23.8°	25.9°	26.3°	20.0°	22.6°	22.7°	21.9°	24.2°	24.5°
30	22.9°	22.8°	22.9°	17.2°	17.8°	18.3°	20.0°	20.3°	20.6°
40	17.0°	17.3°	16.1°	11.6°	12.2°	12.7°	14.3°	14.7°	14.4°
50	6.8°	9.9°	5.6°	3.1°	7.5°	4.0°	5.0°	8.7°	4.8°

A Nap melegsugarai a tengerszín alá csak csekély mélységre hatolnak le, úgy, hogy hatásuk 3—400 m-nyi mélységben még a legmelegebb hónapokban is teljesen megszűnik. Még napjainkig is általános volt a hit, hogy 400 m-en alul a tenger vize állandóan 4° C. hőmérsékű, mert az édes víz fajsúlya köztudomásulag ezen hőfoknál a legnagyobb. Ujabb kutatások azonban bebizonyították, hogy az óceánok

hőmérséke a felülettől körülbelül 1000 *m*-ig igen gyorsan, innén pedig — hol a vízoszlop óriás nyomására berendezett «mélységi hőmérő» még átlag körülbelül 4°—6° C.-t mutat — igen lassan, de állandóan csökken a fenéig, hol a különböző óceáni medenczékben + 2° és — 2° C. között ingadozik, tehát közepesen 0° körül van.

Ennek oka abban rejlik, hogy a sósvízű medenczékben a sótartalom gyarapodásával úgy a fagypon, mint a maximális fajsúly mind alacsonyabb hőmérsékre száll alá és pedig a következő arányban:

ha a sótartalom 1000 rész vízben:	0	10	20	30
akkor a fagypon beáll:	0°	— 0.8°	— 1.5°	— 2.3°-nál,
a fajsúly maximuma pedig:	+ 4°	+ 2°	— 0.5°	— 0.4°-nál

21. Jégképződés.

A sarki tengerekben a hőmérsék csökkenése folytán a víz megfagy és jéggé lesz. E vidékek hosszú tele alatt a jégburkolat képződése rendszerint a partok mentén azok beszögelléseiben és öblözeteiben, valamint a szigetek partszegélye mentén kezdődik, hol a sekély víz gyorsabban hűl le. Ezen úgynevezett *parti- vagy karaj-jég* — befelé folyton növekedve — messze felületet borít be s eleinte egyenletes jégplett — *jégmezőt* — alkot.

Az egy tél folyamán képződött tengeri jég vastagsága ritkán több 2—2½ *m*-nél s a több telet ért — öregebb — jég vastagsága is alig éri el a 8—10 *m*-t.

A jég ugyanis rossz hővezető s így az alatta fekvő vizet további lehűlés ellen védi. Azután — habár a felolvadt tengeri jég vize sem iható — a só legnagyobb része a fagyás alkalmával kiválik s az alsó vízrétegekbe jut, ott fajsúlya folytán alászáll a fenékre, de egyszermind a fagyponot is — lásd előbbi fejezetet — a 0° alá szállítja.

Ezen okok akadályozzák meg azt, hogy a tenger jége egyszerű alúlról kezdődő fagyás által a végtelenségig megvastagodjék.

A jégmező leplét későbbi hőmérséki befolyások, szelek s a tenger mozgásai (hullámozgás, árapály) megrepesztik, szétzaggatják. A burkolat szétválik, emitt nagy kiterjedésű jégmentes *medenczék* keletkeznek, amott a jégtáblák egymás fölé és alá tolnak és sokszor összefagyva és felduzzadva,

hatalmas magasságú felületükön gyakran változó *jégtorlaszokat* alkotnak, melyek a hajókra nézve sokszor oly veszedelmesekké válnak.

A szelek ereje és a tenger sarki áramlatai a nyár beálltával a jégmezők levált részeit s a *jégtorlaszokat* mint úszó jeget melegebb vidékek felé viszik, hol azok lassanként széttöredeznek és felolvadnak. E tekintetben azonban a legnagyobb szerep a sarkvidék glecsereiből levált — tehát nem sós, hanem megfagyott édes vízből álló — óriási jéghegyeknek jut, melyekről már a 10. fejezetben volt szó.

Nansen (1893—96) szerint az északi Jeges-tenger egész keleti felét vadul össze vissza dobott és hasogatott jégtorlaszok töltik be, melyeket a szél igen lassan nyugat felé terel.

Megemlítendő még itt, hogy azon éghajlati tekintetben fontos vonalat, a meddig az északi, illetve déli féltekén a sarkok felől jövő úszó jég teljes elolvadásiáig eljut, az *úszó jég határának* nevezzük.

Szabálytalan görbe vonal ez, mely például az Atlanti óceán nyugati oldalán az Új-Fundland-sziget szélességi köréig (45°) is leér, míg annak keleti részén a meleg Golf-áram behatása következtében a 70.°-ot sem lépi túl.

A déli féltekén az úszó jég határa majd az 56.°-ig (Dél-Amerika) majd a 35.°-ig (Jó-Reménység foka) megy le. A greenwichi délkör mentén még a karaj-jég is túllépi az 50. szélességi fokot, a mi az északi féltekén Prága egyenközű körének felel meg.

22. A tenger mozgásai.

A tenger vizének háromféle mozgása van, úgymint a) hullámozgás, b) árapály és c) áramlat.

a) A hullámozgás.

Minden lökésnél, mely a víz felületét éri, — szél, vihar, orkán — annak részecskéi lengő mozgásnak indulnak, mit hullámozgásnak nevezünk. Ez azonban lényegesen különbözik a folyástól, mert az haladó mozgás, míg a szelek előidézte hullámozgásnál a hullámok sebessége csak látszólagos sebesség,

a miről könnyen meggyőződhetünk, ha valamely könnyű tárgyat a vízbe dobunk; az emelkedik és süllyed, de helyben marad, míg a hullám alatta elsiklik, továsietni látszik. A tenger tükre csak igen ritkán síma és csendes, amit könnyen elképzelhetünk, ha tekintetbe vesszük, hogy az igen csekély 0-2 m. másodpercenkénti sebességgel bíró szelek is felfodrozzák már annak felületét. A hullámok magassága, hosszúsága, egymást követő gyorsasága, ereje és egyenletessége azonban sokféle tényezőtől függ. Minél nagyobb a tér s minél mélyebb a medence, erejük annál akadálytalanabban érvényesülhet. A szerint pedig, hogy a különböző szelek és helyi viharok felkorbácsolta hullámok iránya egymással, valamint a rendes dagály-hullámok járásával egyezik, vagy ellenkezik, azok csendes tovagördülése, vagy összeütközése s egymáson keresztül bukdácsolása nagy változatosságot eredményez. Sőt a hullámok — a tétlenségi törvénynek engedelmessé — akkor is, midőn a szél már elült, hosszú lengésekben tovább himbálóznak még a nagy vízen keresztül, s oly vidékekre is átlengenek, hol teljes szélesend uralkodik, hol tehát a tenger nyugtalansága szinte érthetetlennek tűnik fel.

A hullám részei: a *hullámhegy* és a *hullámvölgy*, melyek a legmagasabb, illetve legmélyebb pontot jelzik; két hullámhegy közötti távolságot *hullámhossznak*, a hullámhegy és hullámvölgy közötti függélyes távolságot pedig *hullámmagasságnak* nevezzük.

A viharok 10—12 m magas hullámokat okoznak, az orkánok felkorbácsolta legmagasabb hullámhegyek pedig a nagy óceánokban a megfigyelések szerint 16—18 m-ig tornyosulnak fel.

Az eddig mondottak alapján könnyen elgondolható, hogy a zárt kaspitói hullámok magassága nem is hasonlítható a Földközi-tengeréhez; ezeket jóval felülmúlják az atlanti óceánéi, de még ezek is messze visszamaradnak az egész déli földgömbön elterülő délsarki tenger hatalmas hullámai mögött.

Ha a hullámok szeliden lejtő partok felé tartanak, akkor őket a mélység csökkenése folytán a fenéken beálló nagyobb súrlódás haladásukban hátráltatja, s eredeti mozgási sebességüket meglassítja, úgy, hogy a hátsó hullámok az

elől levőket utóléri, rajtuk átesapnak és habzó vízhegyeket alkotnak, mit *hullámverésnek* nevezünk.

Ez minden menedékesen lejtő part mentén előfordul s néhol hatalmas arányokat ölt. Leghíresebb az alsó Guinea partjain honos, a hajózásra igen veszedelmes *kalema* nevű hullámverés. Heves és hosszantartó a part felé fújó szélvész különösen a tölesé alakúan összeszűkülő öblözetekben több méter magasra emeli a vizet s a betorkoló folyókat arra kényszeríti, hogy hátrafelé folyjanak. Alacsony partmellékeket ily viharok messze vidékre előzönlének s így a legpusztítóbb tünemények közé tartoznak.

A hullámveréstől lényegesen különbözik a szirtpartok mentén előforduló, gyönyörű látványt nyújtó, de egyszersmind veszedelmes és félelmetes *hullámtörés* és *hullámtorlódás*, hol az előttes hullámok egyrészt az őket további haladásukban gátló magas sziklafalak, másrészt a gyors egymásutánban reájuk csapódó hátsó hullámok közé szorulva, csakis felfelé képesek kitérni s így hatalmasan — néhol 30 m-nyire is — feltornyosulnak, azután összeroskadnak, tajtékzó és örvényező habkáoszt alkotva.

Magányos sziklaszigetek, világító-tornyok és szirtpartok, mint pl. Izland szigete s a Brit szigetesoport szirtpartjai a hullámtorlódás gyakori színhelyei.

Mint már említettett, a hullámok sebessége csak látszólagos, mert habár a szélről összenyomott víz emelkedik és süllyed, helyét azért még sem változtatja. Csupán azon tajtékos taréj, mely legfelül van és a hullámhegyen túli völgybe átesapva, abba legördül, a hullámnak azon egyedüli része, mely mintegy a viharral együtt halad. Mindazonáltal, ha a szél hosszú ideig egy és ugyanazon irányból fúj, a vízrészecskék a folytonos nyomásnak lassanként mégis engednek és lassacskán a hullámszél irányában tovább mozognak. A folyós tömegeknek ezen általános mozgása azonban, melyre az áramlatok szemügyre vételénél még visszatérünk, nem igen nagy.

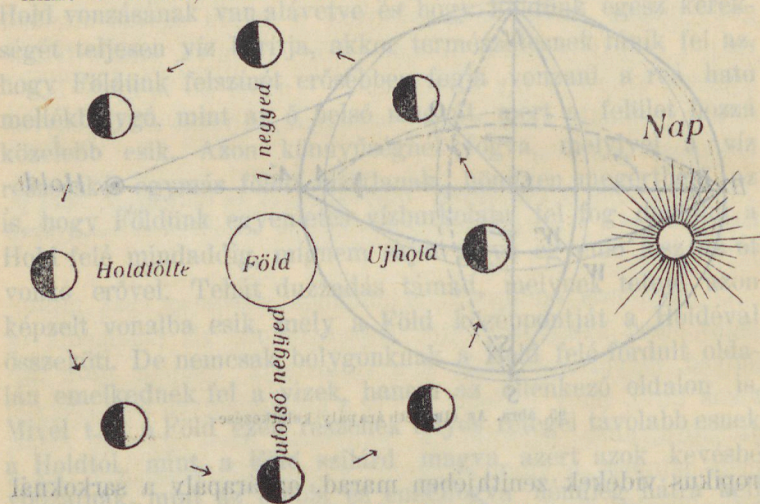
b) Az árapály.

A tenger felszíne szüntelenül bizonyos időszaki ingadozásnak van alávetve, a mennyiben egy holdnapon, vagyis 24^h és 50[′]-en belül kétszer kiemelkedik, kétszer pedig mintegy

körutat kell végeznie és mindegyiknek egészben véve 12 óra 25'-ig kell tartania.

A Holdon kívül azonban még a Nap vonzása is érezhetően hat a tengerek tükrére, de mivel a Hold távolsága csak akkora, mint a Földgömb hatvan sugarhossza, a mellék-bolygó befolyása sokkal nagyobb a tengernek hozzá közel eső részein, mint a Napé, melynek térfogata $26\frac{1}{2}$ millióval múlja ugyan felül a Hold térfogatát, de távolsága 150,000,000 km., tehát 387-szer akkora, mint a Holdnak távolsága a Földtől.

A matematikusok számításai szerint a Nap vonzó ereje a hullámok felemelése tekintetében úgy aránylik a Holdéhoz, mint 4 : 9-hez, tehát annak felénél is kisebb.

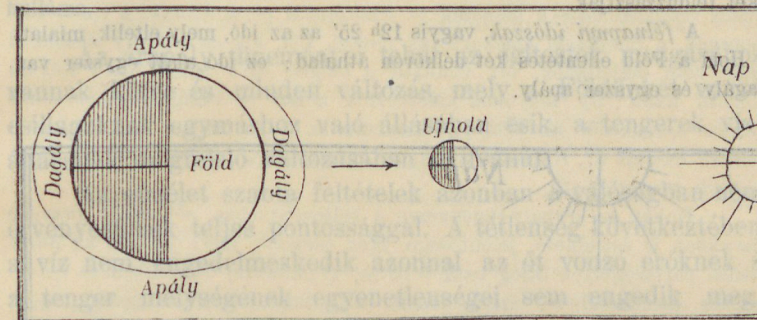


96. ábra. A hold fényváltozásai.

A tengerek felszínén tehát két árapályos hullám, úgy mint a holdbeli és a nappeli emelkedik ki. A Holdnak 24 óra 50' alatt, a Napnak 24 óra alatt kell visszatérnie. A származására nézve külön-külön két hullám azonban nem válik el egymástól, mikor a Földgömb körül jár; a víz könnyedsége folytán azok egymással összekeverednek, egybeolvadnak és közös tömegükben csak a számítás mondhatja meg azt, melyik rész az egyik csillagé és melyik a másiké. A két duzzadás együttesen változtatja helyét a Föld körül,

még pedig keletről nyugat felé, vagyis a Föld forgásával ellentétes irányban.

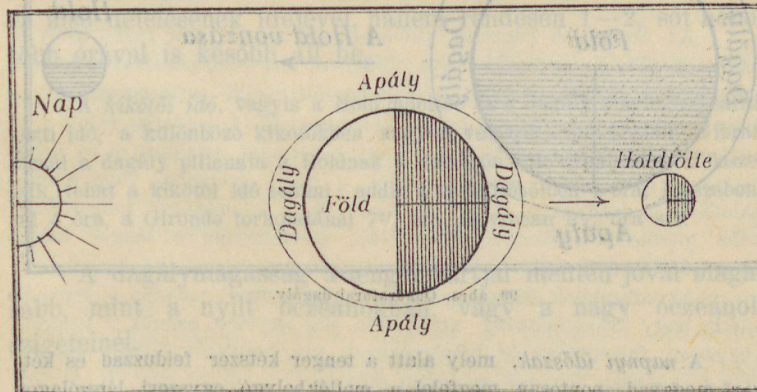
Ha a Hold, mikor újholdnak mondjuk, sötét képét fordítja felénk (96. ábra), tehát a Földre nézve ugyanabban az irányban áll, mint a Nap, akkor a két nagy égitest vonzása egymást öregbíti, s a két dugályhullám



97. ábra. Syzygiális dagály újholdkor.

együttesen a világtér ugyanazon pontja felé emelkedve, épen egymás fölé helyezkedik; ez az együttállás (syzygia) dagálya, melyet, mert a partokon magasra emelkedik, szökő vagy eleven dagálynak is nevezünk. (97. ábra.)

Holdtöltekor, vagyis mikor a Hold egészen meg van világítva (96. ábra) és a Nappal éppen szemközt áll, szintén syzygiális dagályhullámok



98. ábra. Syzygiális dagály holdtöltekor.

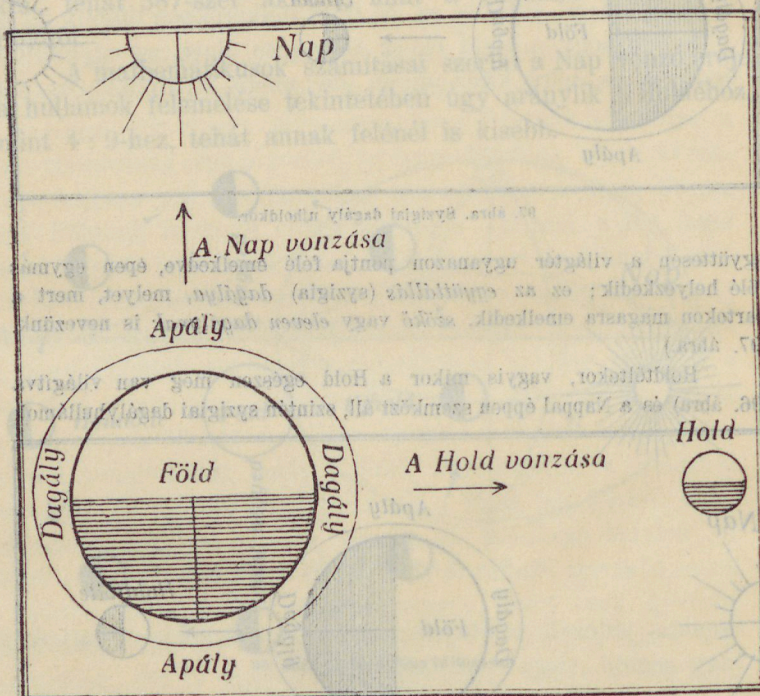
tamadnak, melyek semmivel sem csekélyebbek az előbbieknél, mert az egymással szemközt álló csillagok hatása alatt egyszerre a Föld két ellenkező oldalán történik a duzzadás. (98. ábra.)

A Holdnak többi állásaiban már nincs összeegyeztetés; a negyedek alatt (96. ábra) a Hold és a Nap vonzási iránya egymással ellenkező és

a dagályhullám, mely ekkor a Nap hullámának egész magasságával kisebbített holdhullám, kevésbé magasra emelkedik fel, mint a Hold többi állásaiban. (99. ábra.) Ez a *quadraturai árapály*, vagy az u. n. *süket dagály* ideje. Ha a két vonzó erő egyenlő nagy volna, az árapály egészen megsemmisülne és a tengerek felszíne mozdulatlan maradna.

Az árapály időszakai tehát ugyanazok, mint a csillagoké, melyek őket felduzzasztják.

A *félnapnyi időszak*, vagyis $12^h 25'$ az az idő, mely eltelik, mialatt a Hold a Föld ellentétes két délkörén áthalad; ez idő alatt egyszer van dagály és egyszer apály.



99. ábra. Quadraturai-dagály.

A *napnyi időszak*, mely alatt a tenger kétszer felduzzad és kétszer megapad, pontosan megfelel a mellékbolygó egyszeri látszólagos körülfordulásának a mi bolygónk körül. Ugyanily összeegyező van a *félhónapos időszakokra* nézve; a szökő dagály ugyanis félhónaponként áll be, a holdtöltével, illetve újhollddal együtt. A *hónapos időszak* pedig akkor következik be, mikor a Hold változásainak sora újból kezdődik.

Az árapálnak van azonban *féléves szaka is*, még pedig a márcziusi és a szeptemberi napéjgyenkor, mert a Nap ilyenkor éppen a Föld

egyenlítője fölött lévén, erősebb vonzással hat a folyós tömegekre és a szökő dagály hulláma még a szokásosnál is magasabbra emelkedik.

Az árapálnak *évi időszakát* végül azon idő mutatja, melyben a Föld a Naphoz legközelebb esik, mikor tehát ez legerősebben vonzza őt. Az északi félgömbön ez akkorra esik, mikor nálunk tél van, s tényleg akkor emelkedik legmagasabbra az északi kontinenseken a szökő dagály hulláma.

Az árapály tüneményei tehát az égitestek mozgásához vannak kötve és minden változás, mely a Földünket vonzó csillagoknak egymáshoz való állásában esik, a tengerek víz-állásának megfelelő változásában nyilvánul.

Az elmélet szabta feltételek azonban a valóságban nem érvényesülnek teljes pontossággal. A tétlenség következtében a víz nem engedelmeskedik azonnal az őt vonzó erőknek s a tenger mélységének egyenetlenségei sem engedik meg, hogy a dagályhullám a Hold és a Nap látszólagos napi kör-útjával lépést tartson. Még nagyobb hatással vannak az óceánokat elválasztó földségek, valamint a szigetek, zátonyok, s végül még a szelek és a tenger áramlatai is éreztetik befolyásukat.

Mindezen okoknál fogva a dagály magassága és megjelenésének pillanata nem esik össze pontosan a Hold felső és alsó delelésének idejével, hanem rendszeren 1—2, sőt néhol több órával is később áll be.

A *kikötői idő*, vagyis a Hold delelése és a dagály tényleges beállta közti idő, a különböző kikötőkben nagyon változik. Míg például Gibraltárnál a dagály pillanata a Holdnak a délkörön való áthaladásával összeesik, tehát a kikötői idő semmi: addig a cadixi öbölben 1 óra, Lisszabonnál 4 óra, a Gironde torkolatánál $7\frac{2}{3}$ óra, Havreban $9\frac{1}{4}$ óra stb.

A dagálymagasság a tenger partjai mentén jóval magasabb, mint a nyílt óceánokban, vagy a nagy óceánok szigeteinél.

Míg például Hawaii és Tahiti szigeteinél a dagály csak 0.3—0.5 m, Szent-Hona szigeténél pedig 0.9 m, oly háromszög alakú öblökben, melyek feneke lassan emelkedik, hol tehát a dagályhullám magassága annyival növekedik, a mennyit szélességben veszít, igen tetemes. Így Európában a francia St.-Michel öbölben 11 m-re, az angol Bristol csatornában 15.9 m-re, Észak-Amerika keleti partvidékén, a Fundy öbölben pedig 21.3 m-re emelkedik fel a dagályhullám.

A tengerek eme mozgásukat a beléjük torkoló folyamok vízával is közlik, a mennyiben különösen a tölcstorkolatokba nehéz sós vizüket a folyóvíz alá ékalakulag betolják s a folyót arra kényszerítik, hogy felfelé folyjon. Az Amazon vize dagálykor több órán át felfelé folyik s a két ellentétes ár birkózása által keletkező moraj ezalatt több kilométernyire is elhallatszik. E tüneményt — mely amily impozáns, a hajózásra époly veszedelmes — a lakosság az Amazonnál pororokának, a Gangesnél borenak, a Szajjánál maskaretnak nevezi. Ott, hol az árapály mozgásai már nem észlelhetők, ott vonható a tenger és a beléje ömlő folyam közötti határ; ily helyeken keletkeztek a ma is virágzásnak örvendő fontos kereskedő városok, pl. Hamburg az Elba mellett 148, Bréma a Wézer mellett 67, Kalkutta a Ganges egyik főága mellett 250 km-nyire a nyílt tengertől stb.

Habár az árapály tüneménye a beltengerekben, sőt még a nagyobb tavakban is észlelhető, jelentősége igen csekély, mert például az Adria keleti partszegélyén átlag csak 0.16 m, (Fiumében, Triesztben és Velenézében körülbelül 0.7 m) a német balti tenger melléken pedig még a szyziák idején is csak 0.01—0.11 m.

e) Az áramlatok.

Az áramlatok állandó és haladó mozgásai a tengernek, a felső vízrétegek egy részének valamely irányban való elmozdulása, folyása.

Az áramlatok létezését különböző jelenségek már régen nyilvánvalóvá tették. Nyugatindia növényvilágából származó uszadékfát találtak Norvégia és Izland partjain, a Spitzbergák északi partszegélyén pedig nagy mennyiségű szibériai hordalékanyagot stb. A tengerbe vetett u. n. «palaczkpróbák», melyeket a víz nagy távolságra szállított el és vetett partra, a sarki vizek úszó jéghegyei, a hajók gyorsabb, vagy lassúbb haladása és irányukból való eltérése, végül szomszédos tengerrészek néha tetemesen különböző hőmérséke, mindannyian a tenger haladó mozgását bizonyították.

Az áramlatok keletkezésének okaira nézve azonban a legújabb időkig nagy bizonytalanság uralkodott. Míg egyesek bennük a tengerek különböző fajsúlyának és hőmérsékének kiegyenlítését látták, mások a Föld forgásában keresték az indító okot.

Csak néhány évtizede annak, hogy Zöppritz és Krümmel tudósok elméletileg, valamint kísérletek útján felderítették, hogy a nagy óceáni áramlatok eredő okai a hosszú ideig egy és ugyanazon irányból fúvó állandó szelek, tehát főképen a passzátok. Mert habár a szél látszólag csak a felsőbb víz-

rétegekre hat, a víz belső súrlódása következtében a lökés ereje lassanként részecskéről-részecskére terjedve, mind jobban lehatol a mélybe, úgy hogy végül nagy tömegű víz veszi át a szél lökését, irányát és a szerint mozog. A jelenlegi nagy óceáni áramlatok tehát az egyes vidékeken megszámlálhatlan évszázadokon át állandóan fújó szelek eredményei.

Az egyenlítő vidékén e szerint a passzátok, tőlük északra és délre pedig a nyugati szelek idézik elő a nagy áramlatokat.

Természetes, hogy a víz mozgása, sebessége, a mélységgel arányosan fogy.

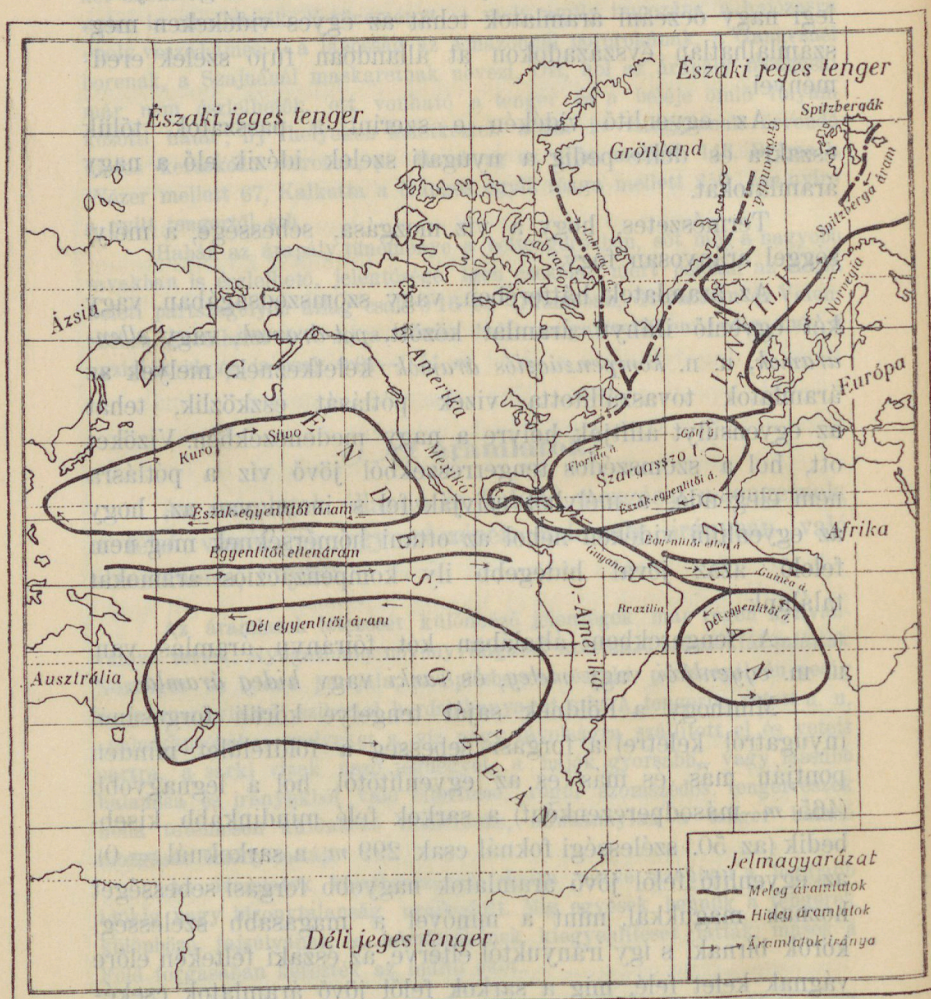
Az áramlatok háttérében, vagy szomszédságában, vagy két egyenlő irányú áramlat között, *pót-áramok*, vagy *ellen-áramok*, u. n. *kompenzációs áramok* keletkeznek, melyek az áramlatok tovaszállította vizek pótlását eszközlik, tehát az egyensúlyt állítják helyre a nagy medencékben. Vizöket ott, hol a szomszédos tengerrészekből jövő víz a pótlásra nem elegendő, a mélyből szívják fel s innen van az, hogy az egyenlítői vidéken néhol az ottani hőmérséknek meg nem felelő, azaz jóval hidegebb ily kompenzációs áramokat találunk.

A tengerekben általában két főirányú áramlás van, u. n. *egyenlítői* vagy *meleg*, és *sarki* vagy *hideg áramlás*.

Mint hogy a Földnek saját tengelye körüli forgásánál (nyugatról keletre) a forgási sebesség a földfelület minden pontján más és más és az egyenlítőtől, hol a legnagyobb (465 m másodpercenként) a sarkok felé mindinkább kisebbedik (az 50. szélességi foknál csak 299 m, a sarkoknál = 0), az egyenlítő felől jövő áramlatok nagyobb forgási sebességet hoznak magukkal, mint a minővel a magasabb szélességi körök bírnak, s így irányuktól eltérve, az északi féltekén előre vágnak kelet felé, míg a sarkok felől jövő áramlatok csekélyebb forgási sebességük következtében elmaradnak, az északi féltekén tehát nyugat felé térnek le.

Az atlanti és Csendes óceán áramlatai általában igen hasonlítanak egymáshoz. (100. ábra.) Ezekben az egyenlítőhöz közel, attól északra és délre két egyenlítői áramlat indul nyugatra, az u. n. *északi*

és déli egyenlítői áramlat, vagy északi és déli passzát áramlat. A kettő között ellenáramlat megy keletre, mely az atlanti óceánban Közép-Afrikának azon nagy öblözete után, melybe egészen behatol, a guineai áramlat nevet kapta.



100. ábra. Az Atlanti és Csendes óceán áramlatai.

Az északi egyenlítői áramlatok a keleti partokhoz érve északra térnek s ez irányban haladnak körülbelül a 40-ik fokig, hol keletre fordulnak, s mintegy önmagukba visszatérve, órási kört írnak le. Ugyanígy térnek délre s aztán keletre a déli egyenlítői áramlatok,

csak hogy az északi Csendes és atlanti óceáni áramlatok az áramutatóval egyenlő irányban haladnak, míg a déliek — valamint az indiai óceáni is — az ellenkező irányt követik.

Az atlanti óceán déli egyenlítői áramlata Dél-Amerika partjának közelében ketté oszlik: az egyik ág mint *brazíliai áramlat* délnek fordul, a másik pedig észak felé haladtában Guyana partmellékén az északi egyenlítői áramlattal találkozik s vele egyesül. A karibi-tenger bejáratánál azonban csakhamar ismét ketté válik az áram, s míg az egyik rész a yukatani szoroson át a mexikói öbölbe fut be s ott tetemesen meggyöngül, a másik ág az Antillák keleti partja mentén egyenesen északnak tart s a Bahama szigetektől északra találkozik a mexikói öbölből kilépő u. n. *Florida-áramlattal*, melynek ereje annyira meggyarapszik, hogy 55 km szélesség és 800 m mélység mellett — Észak-Amerika keleti partszegélyéhez közel — napi 134 km középsebességgel halad, sőt e sebesség időnként egész 220 km-nyire növekszik meg, tehát a legfelsőbb Duna folyásgyorsaságát is közepes vízálláskor jóval felülmúlja.

A 40. szélességi fok táján az áramlat, melyet már Franklin Benjamin is ismert s épen ő nevezett *öböl- vagy Golf-áramlatnak*, Amerika partjait elhagyja, kelet felé tér s nevét megtartva, szinte észrevétlenül megy át az itt uralkodó nyugati szelek előidézte keleti irányú áramlatba, mely Franciaország partját elérve, több ágra oszlik. Az egyik Izland nyugati és Grönland keleti partjai között halad északra, egy másik Angliát és Norvégiát ajándékozza meg melegével és az északi Jéges-tengerbe siet, hol hatása Nansen kutatásai szerint még Szibériától északra is érezhető, egy harmadik pedig délnek csap és Franciaország, Portugália és Afrika nyugati partszegélye mentén az észak egyenlítői áramlatba visszatér.

Ezen u. n. *észak-atlanti áramkör* egy aránylag nyugodt vizű nem kevesebb mint $4\frac{1}{2}$ km²-nyi kiterjedésű területet zár be, — a Szargasszó-tengert — mely az ott nagy mennyiségben felhalmozódott vízi növények (szargasszó-moszat) tüdén tenyésző dús szövevényétől kapta nevét.

Az atlanti óceán északi hideg áramlatai, melyek nagy mennyiségű jégtorlaszokat és jéghegyeket szállítanak, a grönlandi, labradori és spitzbergai áramlatok.

A Csendes óceánnak a Kuro-Sivo (fekete áramlat) a Golf-áramnak megfelelő fő áramlata, de evvel sem sebességben, sem melegségben nem versenyezhet.

V. RÉSZ.

A légkörről.

23. A levegő alkatrészei, súlya, a légkör magassága.

Földünket minden oldalról levegő veszi körül s őt forgásában ép úgy követi, mintha vele összefüggő szilárd test lenne. Összetételénél fogva csak ő teszi lehetővé a szerves életet bolygónkon, szerepe tehát ennek szervezetében nagy jelentőségű. A Hold például a légkör teljes hiányában minden szerves életet nélkülözni kénytelen.

A levegő alkotó részei a nitrogén és az oxigén, rendszeren a 79:21 arányban. Az oxigén a fontosabb, mert az állati szervezet lélegzését fentartja s ha tartalma 17.2%-ra száll alá az állati életképesség megszűnik. Miután a ritkított levegő a sűrűbbnél kevesebb élenyt tartalmaz, a legnagyobb magasság, a melyben még az állati élet lehetséges, körülbelül 10.000 m a tengerszín fölött.

Az u. n. «hegyi betegségnek» — émelygés, mellszorogás, szivdobogás, heves főfájás, szédülés, ájulás, igen nagy magasságokban ajak-, orr-, tüdő-, bél- és vese-vérzés — nem annyira a levegő esekély nyomása, — mint sokan hiszik, — az oka, hanem a kevés oxigéntartalom. Berson léghajós például, ki 1894 december 4-én 9150 m-nyire, — a legnagyobb eddig elért magasságra — emelkedett fel, mesterségesen előállított oxigénnel friss erőben tartotta magát fenn.

A levegő főelemein kívül még kiváló szerep jut a belőle sohasem hiányzó szén-savnak, melynek, habár átlag csupán 0.03%-al vesz részt a levegő összetételében, mint a növényzet táplálójának, mégis nagy fontossága van. Ugyancsak

nagy jelentőségű a vízgőz is, mely sehol és sohasem hiányzik egészen, tömege azonban szerfelett ingadozó.

Por, gázmű rothadási anyagok, mikroszkopikus szerves testecskék, melyek gyakran ragályos betegségek hordozói, mindenütt többé-kevésbé tisztátalanná teszik a levegőt. Így Palermóban februártól májusig a levegő 0.102% szerves anyagot tartalmaz, a száraz nyár alatt ennek mennyisége 0.160%-ra gyarapodik fel. A jótékony eső mintegy megmossa a légkört s így elsörendű egészségügyi tényező.

Természetes, hogy minél magasabbra emelkedünk, a levegő annál tisztább; annak átlátszósága és sötétkek színe a magasabb hegyeken a tisztátalantó anyag hiányát bizonyítja.

A levegő molekuláinak súlya ugyan látszólag igen csekély, mert a tengerszín fölött elterülő 0°-ú levegőnek egy literje 700-szorta kevesebbet nyom egy liter víznél, mindazonáltal az egész légréteg nyomása egy közepetermetű emberre igen tetemes s ezt csak az ellensúlyozza, hogy egyszerre és minden irányban hat egész testünkre.

Az 1643-ban feltalált légsúlymérő a levegő súlyának pontos meghatározását lehetővé tette. E szerint a légoszlop súlya — teljes szárazság és 0° hőmérsék mellett — egy 760 mm magas higanyoszlop súlyának felel meg.

Minél magasabbra emelkedünk, a légnyomás annál csekélyebb, mert nemcsak a légsúlymérőre nehezedő légoszlop magassága kisebbedik, hanem annak sűrűsége is. Mig ugyanis az alsó rétegeket a felettük levő egész tömeg súlya összenyomja, feljebb a molekulák oly mértékben terjeszkednek szét, a milyenben a nyomás csökken; a levegő tehát felfelé mindig ritkább lesz s végre egészen elvész.

Ha a tengerszín feletti levegő sűrűségét 1-nek vesszük, akkor az már 5513 m magasságban csupán $\frac{1}{2}$, 59.400 m-nyi magasságban pedig 0.0003-ra, a barométer állása pedig $\frac{1}{4}$ mm-re süllyed.

A légkör tényleges magasságát, — a hulló csillagok első felvillanása után számítva — körülbelül 180 km-re teszik, de az újabb kutatások szerint ezen felül is ritkított gázok töltik ki részben a Föld és a Nap közötti űrt.

Sokan vannak azonban, kik azt állítják, hogy a hőkisugárzás gyorsasága következtében, a légkör már 50 km-nyi magasságban a hőmérsék u. n. abszolút zérus fokát — 273° C. hideget elérte, mely a molekulák szabad mozgásának véget vet, tehát a légréteg magasságának határa 50 km körül van.

24. A légkör hőmérséke.

A levegő magasabb vagy alacsonyabb hőfokát légkörhőmérsékletnek nevezzük.

Földünk világosságának és melegének, a szerves élet e két főtényezőjének forrása a Nap, mert Földünk saját melegét a felületen nem érezzük, az állócsillagok melege pedig csak azáltal válik javunkra, hogy az ő hőkisugárzásuk talán a világűr végtelen hidegét némileg enyhíti.

A Nap meleg sugarainak egy részét Földünk légköre mintegy elnyeli; és pedig a merőlegesen ránk esőknek körülbelül $\frac{1}{4}$ -ét a ferdén érkezőknél azonban jóval többet, mert ezek hosszabb utat tesznek meg légburkolatunkon át. A földfelület minden pontjának felmelegedése tehát a napsugarak erejétől, vagyis azon szög nagyságától függ, mely alatt ők a sugarak érik.

A légkör a fénylő sugarakat sokkal könnyebben engedi át, mint az u. n. vegyi sugarakat, a kék és ibolyaszínűeket. Ezen alapszik az esti pír. A ferdén eső sugarak gyenge hatását mutatja a kelő és nyugvó Nap csekély felmelegítő ereje.

Ha a légkör egész magasságát 1-nek vesszük, akkor a Nap állása szerint az átengedett meleg sugarak aránya a következő:

Napmagasság:	90°	50°	30°	10°	0°
Az áthatolható légréteg vastagsága:	1	1.31	1.99	5.56	35.5
Átbocsátott hőmennyiség %-okban:	75%	69%	56%	20%	—

A reggeli és esti sugarakat tehát a légkör egészen elnyeli.

A földfelület a kapott meleget, mely igen lassan és csak csekély mélységig hatol be a földbe, a hideg világűrnek ismét visszaadja. A légkör itt is kiválóan fontos tényező, mert védő köpenyt képez, mely a túlerős és túlgyors kisugárzást mérsékli.

Mint hogy a Föld saját tengelye körül forog, a nappalt éjszaka váltja fel, vagyis azon időszakot, melyben a hőnyereség a kisugárzást felülmulja, azon időszak követi, melyben csak kisugárzás történik. Ez a hőmérséknek 24 órán belüli változása. Mint hogy azonban Földünk a Nap szolgája is és körülötte egy éven belül egyszer teljesen körülkeringeni kénytelen, bolygónk hőmérséke tengelyének állása következtében

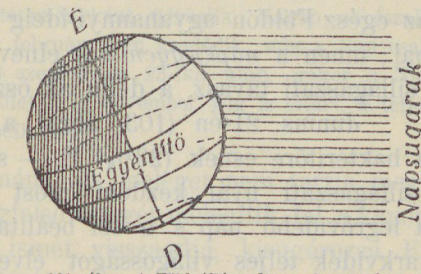
egy éven belül is tetemes változásnak — különböző évszakoknak — van alávetve.

Ha a Föld tengelye, vagyis a földszarkokat összekötő képelt vonal a földpálya síkjára merőlegesen állna, akkor a földfelület minden pontját

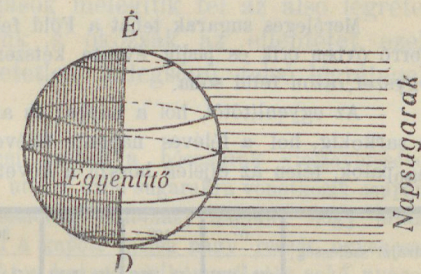
egész éven át ugyanazon szög alatt érnék a Nap sugarai, a nappalok és éjszakák éppen 12 órából állanának s évszakok sem volnának. Ámde ez nem így van, mert a földpálya az egyenlítő síkjával $23\frac{1}{2}^\circ$ -nyi szöget zár be, a földtengely pedig, mely az egész keringés alatt önmagával párhuzamos marad, $66\frac{1}{2}^\circ$ -al a földpálya síkja felé hajlik.

A tengelynek ezen ferdesége folytonos változásokat eredményez a Földön, mint azt a 101—103. ábrák mutatják. A napsugarakat a két égitest nagy távolsága következtében párhuzamosaknak vehetjük.

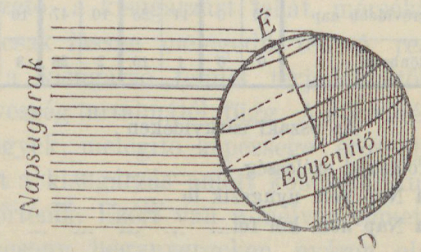
A 101. ábra a Föld helyzetét december 21-én tünteti fel. Merőleges sugarak csak a ráktérítőt érik (az egyenlítőtől $23\frac{1}{2}^\circ$ -al délre). Az egész északi sarkvidéket (a $66\frac{1}{2}^\circ$ -tól feljebb) teljes sötétség, az egész délit a sarkkörtől kezdve teljes világosság borítja. A déli féltékének a leghosszabb, az északinak a legrövidebb napja van, s míg ott a csillagászati nyár kezdődik, itt a napok rövidsége és a sugarak hegyesszög alatti beesése folytán a tél veszi kezdetét.



101. ábra. A Föld állása december 21-én.



102. ábra. A Föld állása márczius 21-én és szeptember 23-án.



103. ábra. A Föld állása június 21-én.

Márczius 21-én és szeptember 23-án (102. ábra) az egyenlítő a földpálya síkjába esik s merőleges sugarakat csak az egyenlítő kap. A sugarak beesési szöge mindkét féltekének ugyanazon szélességi fokai alatt egyenlő s az éjszaka az egész Földön ugyanannyi ideig (12 óra) tart, mint a nappal; innen a *napéjgyenlőség* elnevezés. Az északi féltekén a csillagászati tavasz, a délin az őszi áll be.

Junius 21-én (103. ábra) a merőleges napsugarak a baktérítőre esnek. ($23\frac{1}{2}^\circ$ É. — sz.) A leghosszabb nap s a csillagászati nyár kezdete most az északi féltekén van, a legrövidebb nap s a tél beállta a délin s míg az északi sarkvidék teljes világosságot élvez, a déli sarkkörtől lejjebb teljes sötétség uralkodik.

Merőleges sugarak tehát a Föld felületét csak a térítőkön belül, a forró övben érik és pedig évente kétszer, a térítők síkjában már csak egyszer, azon felül soha.

Az egyenlítőtől, hol a nappal és az éjjel tartama mindég egyenlő, a sarkokig, hol a féléves nappalt féléves éjszaka váltja fel, nyáron a nappalok, télen az éjjelek hossza a következő arányban növekszik:

Földrajzi szélesség.	0°		10°		20°		30°		40°		50°		60°		60 $\frac{1}{2}$ °	
	óra	percz	óra	percz	óra	percz	óra	percz	óra	percz	óra	percz	óra	percz	óra	percz
Leghosszabb nap	12	0	12	35	13	13	13	56	14	54	16	9	18	30	24	00
Legrövidebb nap	12	0	11	25	10	47	10	4	9	9	7	51	5	30	0	0
Különbség	0	0	1	10	2	26	3	52	5	42	8	18	13	00	24	00

Az északi sarkvidéken:

földrajzi szélesség	66 $\frac{1}{2}$ °	70°	80°	90°
a Nap nem nyugszik le	1	65	134	186 napig,
a Nap nem kel fel	1	60	127	179 napig.

A déli sarkvidékre nézve a számok felekerülendők.

Az éjszakák csillagászati tartamát azonban megrövidíti a *szürkület*. Mivel ugyanis a fénysugarak mind sűrűbb légrétegekbe jutnak, megtöretnek, úgy hogy a Napot, illetve a csillagokat már látjuk, mikor azok tényleg még a láthatár alatt vannak. A tényleges éjszaka csak addig tart, míg a Nap a láthatár alatt 16°-nyira van.

Az is természetes, hogy minél nagyobb a napsugarak beesési szöge, a szürkület annál hosszabb, tartama tehát a szélességi fokokkal növekszik. Míg a tropikus övben nappal és éjjel majdnem közvetlenül mennek át

egymásba, az $50\frac{1}{2}$ szélességi foktól feljebb nyár derekán tulajdonképeni éjszakák már alig vannak, az esti szürkület mintegy a hajnal derengésébe húzódik át. Szentpétervár szélességi körén például e világos éjszakák április 27-től augusztus 15-éig tartanak.

A sarkvidékek lakói a szürkület beálltát, mert a hónapokig tartó éjjelt megrövidíti, valóságos jótéteményként üdvözlik. Magán az északi sarkon a hajnali szürkület már február 4-én kezdődik, míg a Nap csak márczius 21-én kel fel. Viszont szeptember 23-ika után, mikor a Nap ismét lenyugszik, az esti szürkület még november 4-ig is eltart, a teljes éjszaka tehát 90 napra zsugorodik össze.

Földünk a Nap adományozta meleget nem tartja meg; száraz kérgének csak a legfelső rétegét melegítik fel a kapott hősugarak, mert ő azokat ismét visszaadja, kisugározza. Ez reánk nézve rendkívüli jótétemény, mert ezen a talajból jövő, lassan ható kisugárzások melegítik fel az alsó légrétegeket, melyekben mi élünk s okozzák az ellentétet ezek hőmérséke és az elviselhetetlen hidegségű felső légrétegek között.

E lassú kisugárzást nem szabad a hősugarak visszavetésével (reflexió) összetévesztenünk. Az utóbbi azon sugarakra vonatkozik csupán, melyek csak valamely test felületéig hatolnak, anélkül, hogy általa elnyelelnének. A hópel például a kapott meleg nagy részét egyenesen visszaveti, ezért tartják magukat a hegységek hómezői oly soká nyáron is még, mikor a lég hőmérséke tetemes magasságú.

A levegő rossz hővezető, a kisugárzást tehát mérsékli és lassítja, mert maga is csak lassan melegedik fel. A reá gyakorolt hatás főképen a kisugárzó felület terjedelmétől, alakjától, és a levegő nedvesség tartalmától függ. A sík vidékek s a mélyen fekvő völgyek melegítő képessége erősebb, mint a hegycsúcsoké, mert a kisugárzás amott koncentrikusan, emitt excentrikusan történik. Ezért van a mélyen bemetszett völgyekben s az alacsony hegynyergeken nyáron oly tikkasztóan forró levegő. Ha a légkör vízgőzei felhökké tömörülnek, akkor ezek szerepe olyan, mint az ernyőé, mert a Föld kisugárzott melegét nemesak át nem eresztik, de azt vissza is vetik. Ezért tapasztalunk nyáron borus időben oly rekkenő hőséget a zivatarok előtt, derűs téli éjjeleken viszont — a zavartalan kisugárzás következtében — a hőmérsék rohamosan csökken.

A kisugárzás következtében felmelegedett alsóbb légrétegek kiterjeszkednek, könnyűké lesznek és mind magasabbra emelkednek a mindinkább hidegedő felsőbb régiókba.

A mechanikai hőelmélet szerint a felszálló teljesen száraz levegő 100 m.-ként 1° C.-al hül le. Mivel azonban a levegő sohasem teljesen száraz, a páratelt levegő pedig sokkal lassabban hül le, mivel továbbá a hősökkenés a hegysegekben egyenletesebb és gyorsabb, mint az összefüggő és mélyebben fekvő sík vidékek fölött, természetes, hogy a levegő hőmérsékének csökkenése felfelé nemcsak a napszakok, de különösen az évszakok szerint is változik, így télen, mikor a levegő általában nedvesebb, mint nyáron, a csökkenés mértéke jóval csekélyebb.

A hősökkenés függélyes irányban 100 m.-ként közepesen 0.6° C.-ra tehető.

A levegő lehülésének összehasonlítására az egyes évszakokban a következő adatok szolgáljanak:

	tél	tavas	nyár	ősz	év
Hősökkenés 100 m.-ként:	0.45°	0.67°	0.70°	0.53°	0.59°
1° C.-nyi lehülésnek megfelelő magasság:	222 m.	149 m.	143 m.	188 m.	170 m.

A léghajósok megfigyelései szerint a mi vidékünkön a hőmérsék 3000 m magasságban 0°, 7000—8000 m magasságban már —30—40° C, s az évszakok különbsége itt már egészen eltűnik. Az eddig megállapított legalacsonyabb hőmérséklet a legénység nélkül 1894 szept. 6-án felbocsátott Cirrus léghajó önműködő jelző készülékein olvasták le és pedig 18,500 m magasságban —67° C-t.

Valamely hely melegségének meghatározására a hőmérő szolgál eszközzül, de minthogy a hőmérsék a nap különböző szakaiban változik, nem elég a hőmérő naponként egyszeri leolvasása, hanem minél többször kell annak állását feljegyeznünk, hogy az adatokból először a *napi*, azután a *havi*, végül több évre terjedő hasonló megfigyelések alapján az illető hely évi *középlegét*, vagy *középhőmérsékletét* kiszámíthassuk.

A hőmérsék megfigyeléseiből megállapították, hogy a napi maximum és minimum, vagyis a melegnek és hidegnek napi szélsőségei nem esnek egybe a Nap legmagasabb állásával, illetve az éj közepével, hanem a nappal legnagyobb

melege a szárazföldek belvidékén délutáni 2 és 3 óra között áll be, a legnagyobb hideg pedig a Nap keltével egybeesik. Oka ennek az, hogy mikor a Nap delelése után hanyatlani kezd, sugarainak melege még mindég felülmúlja a kisugárzott hőmennyiséget, csak később ellensúlyozza a hőveszteség a nyert meleget, s így csak akkor kezd süllyedni a hőmérséklet. Éjnek idején a dolog ellenkezője következik be. A Föld s az őt környező atmoszféra folyton hül, míg csak a hajnal be nem áll s az új napnak melege ki nem pótolja az éjjeli kisugárzást.

Ugyanazon tényezők, melyek a meleg napi ingadozását befolyásolják, okozzák azt, hogy a hőmérsék évi szakában sem esik össze a meleg maximuma és minimuma a Nap legmagasabb, illetve legmélyebb állásával, hanem valamivel később következik be. Az északi félteke mérsékelt övében a legnagyobb meleg júliusban, a legnagyobb hideg januárban van.

A levegő hőmérsékének legnagyobb szélsőségei a +50° C. és —70° C. között mozognak, jóval meghaladják tehát a 100 fokot. A legnagyobb meleget (+50° C.) Előindia északnyugati részében, a legnagyobb hideget pedig (—70° C.) keleti Szibériában jegyezték, de a +48° C. és —60° C.-t mutató ellentétek már közepes szélsőségeknek mondhatók a kontinensek belsejében. Mily nagy a különbség a szárazok belterülete s a tenger között, hol a meleg és hideg közötti ellentét sehol sem nagyobb +35° C. és —3° C.-nál.

Mindezen eddig említettek nyilvánvalóvá teszik, hogy Földünk éghajlatának legfőbb tényezője a levegő hőmérséklete, mert a légkör jelenségeinek különböző váltakozásai a kontinensek és tengerek felszínén leginkább a melegtől függenek.

Humboldt volt az első, ki mintegy 60 évvel ezelőtt a Földnek egyenlő évi középhőmérsékét mutató pontjait egymással összekötötte. Ezen képzeletben a Föld kerekiségére rajzolt vonalakat *izothermáknak* nevezzük.

Az izothermális térképek tanulmányozásánál mindenekelőtt az ötlik szemünkbe, hogy a meleg nem egyenlően oszlik meg a két félgömbön, hanem hogy a *hőeyyenlítő*, vagyis a legmagasabb középhőmérséklet görbéje, melytől északra és délre a sarkok felé a hőmérsék fokként csökken, majdnem

teljesen a déli féltekénél melegebb északi féltekére esik, továbbá, hogy az izothermális vonalak nem esnek egybe a szélességi körökkel, hanem azokat a legkülönbözőbb — néhol igen erős — szög alatt metszik, végül, hogy az izothermák ezen kanyargása is sokkal feltűnőbb és szeszélyesebb az északi féltekén, mint a délin.

Ezen jelenségek okai igen sokfélék és pedig részint csillagászati természetűek, részint a szárazföldeknek az északi féltekén való tömörülésére, a tengereknek pedig a déli féltekére eső túlsúlyára, továbbá a kontinensek vízszintes és függélyes tagoltságára, a tenger hideg és meleg áramlásaira, a talaj kopárságára, vagy dús fődőzetére, végül az évszakok változatosságára, az uralkodó szelekre, a fellegzésre s az esők különböző eloszlására vezetendők vissza.

A tengerek szerepe a lég hőmérsékét illetőleg rendkívül fontos, s azért különösen kiemelendő, mert hőfogatósága a szárazföldekét tetemesen felülmúlja. Míg a szárazföld azt a sok kapott meleget tékozlóan elpazarolja, mert alig vesz be valamit, a többi azonnal visszaadja, a tengerbe nemcsak mélyebben hatolnak be a Nap sugarai (lásd a 20. fejezetet), hanem a víz részecskéinek könnyedsége folytán az éj alatt s a tél folyamán lehült felső rétegek, mint nehezebbek, alászállnak a mélybe s helyüket a könnyebb melegebb víz foglalja el. A tenger tehát a Nap nyerte melegével takarékosan jár el s a hideg időre melegtartalékokat halmoz fel medencéjében.

Szüükségképen következik ebből, hogy a víz fölötti hőmérsék éjjel és a tél folyamán magasabb, nappal és nyáron ellenben alacsonyabb, mint a szárazokon, vagy más szavakba foglalva: a szárazföldi éghajlat sokkalta nagyobb napi és évi ingadozásoknak van alávetve, mint a tengeri éghajlat.

A kontinensek belsejének éghajlatát tehát nagy szélsőségek, a tengeri éghajlatot ellenben egyöntetűség, csekély változatosság jellemzi.

A Föld különböző pontjainak évi középhőmérsékletét feltűntető izothermális vonalak nem nyújthatnak teljes képet az egyes helyek hőmérséki ingadozásairól az év négy szakában. Ezért a tudósok az egyenlő tavaszi, nyári, őszi és téli, valamint az egyenlő havi közép-

hőmérséklettel bíró pontokat is összekötötték egymással s így mind sűrűbb hálózattal segítették elő Földünk hőmérséki és éghajlati viszonyainak tanulmányozását.

Ezen vonalak közül különösen a nyári (*isother*) és a téli (*isochimen*) középhőmérsékleti vonalak mutatnak nagy ellentétet nemcsak egymás között, de az izothermális vonalakkal szemben is, a mennyiben az isothermákkal sem, egymással szemben pedig annál kevésbé párhuzamosak. Az isother-vonalak a szárazokon magasra kanyarodnak fel a sarkok felé, az isochimenek ellenben rohamosan süllyednek a kontinenseken az egyenlítő irányában, bizonyítva, hogy a szárazföldek belsejében levő helyeken melegebb nyarak és hidegebb telek uralkodnak, mint az ugyanazon szélességgel bíró tengerpartokon.

Az imént említett sokféle isothermális vonalak egybevetése arra indította a tudósokat, hogy az éghajlati vidékeket a következőleg osztályozzák:

15° évi meleg szélsőség	=	egyenlítői vagy tengeri éghajlat;
16—20° évi meleg szélsőség	=	átmeneti éghajlat;
20—40° „ „ „	=	szárazföldi éghajlat;
40 felüli „ „ „	=	sivatagszerű szárazföldi éghajlat.

A tengeri éghajlatot, mint már többször említettett, meleg telek és hideg nyarak, a szárazföldi éghajlatot hideg telek és meleg nyarak jellemzik. Európának a 30-ik szélességi körtől északra eső nyugati partjai a tengeri éghajlathoz tartoznak, míg kontinenstünk keleti részén s vele hazánkban is a szárazföldi éghajlat az uralkodó.

25. A légkör nyomása.

Légnyomás alatt a légoszlop súlyát értjük, mely a barométer szerint a tengerszín magasságában, teljesen száraz és 0° C. hőmérsékű levegőben, egy 760 mm magas higanyoszlop súlyával tart egyensúlyt. 1 mm magas higanyoszlopnak körülbelül egy 10⁵ mm magas légoszlop súlya felel meg.

Mikor a levegő felmelegszik, molekulái szétterülnek, könnyebbé lesznek, felszállnak s oldalt szétömlenek; nyomásuk ekkor csökken és a higanyoszlopnak a légsúlymérésben süllyednie kell. Az ellenkező eset áll be akkor, ha a felszállt levegő helyébe a szomszédos légrétegek áramlása megindul, hogy a támadt űrt betöltse, akkor az atmoszféra súlya növekedik s a higany a barométerben emelkedni fog. A légsúlymérő süllyedése tehát a hőmérsék növekedését jelzi,

míg a meleg fogytat az ellenkező jelenség mutatja, azaz a barométer és thermométer állásai ellentétes értelemben változnak.

A barométer napi megfigyelései mutatják, hogy a hőmérsék változásai és a párolgás következtében a légtömeg súlya napjában kétszer ingadozik ellenkező irányban.

Valamely hely közlégnymomásának meghatározása hasonló eljárason alapul, mint a középhőmérséklet megállapítása; az évek során át megfigyelt adatokból a hely évi közlégnymomását számították ki.

A tengerszínre redukált ugyanazon légnymósu helyek összekapcsolása által keletkezett görbe vonalakat *isobaroknak* nevezzük. Az isother- és isochimen-vonalakhoz hasonlóan megállapíthatók voltak a *nyári* és *téli*, valamint a *hónapi*, sőt a *napi isobarok* is. E szerint többféle *isobar-térképek* tájékoztatnak a légnymósi viszonyok felől.

Az évi és évszaki isobar-térképek azt mutatják, hogy az évi közlégnymomás Földünk egész felületén valamivel 760 mm alatt van, télen azonban mindkét féltekén valamivel nagyobb, mint nyáron, (tehát az északi félgömbön januárban, a délin júliusban.) Az évi legnagyobb légnymomást 770, a legkisebbet pedig 745 mm-el jegyezték, a különbséget tehát 25 mm.

A havi izobar-térképek jóval nagyobb ingadozásokat tüntetnek fel; mert habár a trópusokban a légnymomás határai 10 mm-nyi csekély szélsőségek között mozognak, a mérsékelt égövek óceáni vidékei fölött az ellentétek sokkal tetemesebbek, különösen a téli hónapokban; az északatlanti óceán fölött például 50 mm-nyi különbségek mutatkoznak.

Miután felfelé a légoszlop súlya mind csekélyebb, a légnymomás minél magasabbra emelkedünk, annál kisebb, de miután nagyobb magasságokban a levegő jóval ritkább is, mint az erősen összenyomott alsóbb légrétegekben, a légnymomás csökkenése nem egyenletes, hanem ha az emelkedés számtani arányban történik, a légnymomás bizonyos mértani arányban fogy.

A *barometrikus magassági lépcső*, vagyis a méterek száma, melyekkel emelkednünk kell, míg a légsúlymérő állása 1 mm-el süllyed, 0° C. hőmérséknel a mélyföldeken 10·5 m., felfelé azonban a következő emelkedést mutatja:

Tengerszín feletti magasság	A légsúlymérő állása	Magassági lépcső	Tengerszín feletti magasság	A légsúlymérő állása	Magassági lépcső
0 m	760 mm	10·5 m	4000 m	462 mm	17·3 m
1000 «	673 «	11·9 «	5000 «	409 «	19·6 «
2000 «	593 «	13·5 «	6000 «	361 «	22·3 «
3000 «	523 «	15·2 «	7000 «	319 «	25·2 «

A légnymomás egyenlőtlensége és ingadozása következtében a légmó egyensúlyában zavarok támadnak, melyeknek kiegyenlítésére a levegő áramlásnak indul, vagyis szelek keletkeznek. A szelek az esők hordozói és a lecsapódások szabályozói, tehát az éghajlatnak s evvel a szerves élet és az emberiség fejlődésének nagy fontosságu tényezői. Járásuk, erejük és fúvási tartamuk a légnymósi viszonyoktól függ s ezért bírnak nagy jelentőséggel az u. n. *synoptikus*, vagy *időjárás* *térképek*, melyek a földfelület kisebb-nagyobb részeinek (Európa, északatlanti óceán, észak-amerikai Egyesült-Államok stb.) légbeli állapotát — hőmérsékét, légnymomását, szeleket, fellegzést, lecsapódásokat — a nap egy bizonyos szakában és pedig többnyire reggeli hét órákor, tüntetik fel. Ezen *napi isobarokból* azután, melyeket a különböző megfigyelő-állomások egymással távirati úton közölnek, némi következtetést vonhatunk a jövő napokban várható időjárásra, ami különösen a gazdaközönség számára igen értékes.

26. A szelek.

A szél a levegő mozgása, áramlása a Föld felületének egyik részéről a másikra. A szél megismerésének czéljából tudnunk kell annak irányát, erősségét, hőfokát és fúvási idejét. A *szelek irányát* azon égtáj határozza meg, a mely felől fújnak; így lehetnek keleti, nyugati, déli, északi stb. szelek. Mérésük az u. n. *szélvitorlával* történik. A *szél ereje* alatt annak sebességét értjük. E tekintetben természetes, hogy a tengeri szelek általában erősebbek, mint a szárazföldiek, mert útjukban annyi akadályt nem találnak.

A gyenge szellő sebessége másodpercenként 0·5—5 m, az erős szélé 5—15 m. A vihar 15—30 m sebességgel halad, a főképen a tértő körök között dühöngő orkánok pedig 50 m.-nél is nagyobb sebességgel rohannak másodpercenként.

Fűvésük időtartamára nézve *állandó* és *változó*, hőmérsékük szerint pedig *hideg* és *meleg* szeleket különböztetünk meg.

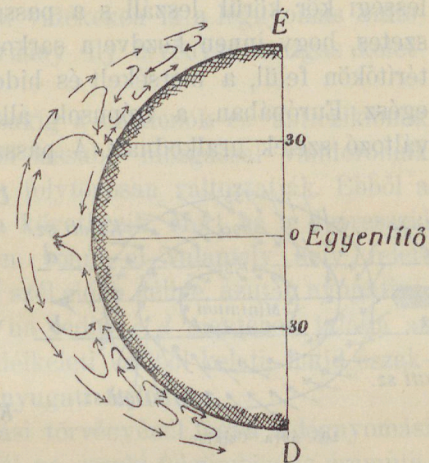
Az állandó szelek a *passzátok*, melyek az egyenlítőtől a sarkok felé és a sarkoktól az egyenlítő felé indulnak és fújnak. Az egyenlítő vidékén ugyanis a tetemesen felmelegített levegő kitér, könnyebb és ritkább lesz, felfelé száll s a magasban szétterül. Előbbi helyén ür támad, melyet a szomszéd légtömegek betölteni igyekeznek s így két vízszintes áramlat keletkezik, mely az egyenlítő környékének felszálló levegőjét pótolja. Az egyenlítő felől az áramlás fent a magasban megy a sarkok felé, míg a sarki hidegebb s nehezebb levegő alul, a Föld színén siet az egyenlítő felé. Mindkét féltekének tehát két ellentétes áramlata van, mely szakadatlanul ömlik egymás felé. Ezek a *passzátok*. A sarki áramlat az *alsó passzát*, az egyenlítői pedig a *felső* vagy *ellenpasszát*.

Ha a Föld saját tengelye körül nem forogna, az atmosférai áramlatok egyenesen az egyenlítőnek, illetve a sarkoknak tartanának, se jobbra, se balra el nem térve a délköröktől. De mivel Földünk nyugatról keletre forog s e mozgásnak sebessége a szélességi fokok szerint az egyenlítőnél a sarkok felé folyton csökken, (lásd 22. fejezetet is), azon légtömeg, mely a sarkok felől a forró öv felé ömlik, egymásután oly szélességeken halad át, melyeknek sebessége sokkal nagyobb az övénél, ennél fogva a Föld általános mozgásával ellenkező irányban, vagyis az északi féltekén nyugat felé elmarad s a helyett, hogy merőlegesen irányulna az egyenlítőnek, hegyes szög alatt éri azt el. Az egyenlítő felől jövő légáramlatok ugyanazon ok miatt előre sietnek, azaz az északi féltekén keletre térnek el.

Az alsó passzát tehát az északi félgömbön északkeleti, majd keleti, a déli félgömbön pedig délkeleti, majd keleti szélle válik; az antipasszát ellenben az északi félgömbön délnyugati, majd nyugati, a délin pedig északnyugati, majd nyugati szélle változik át.

Az alsó passzát mintegy 4000 m.-ig ér fel és e magasság fölött suhan el az antipasszát. Mig azonban ez utóbbi az egyenlítő táján körülbelül 7—8000 m.-nyi magasságban indul, minél északabbra jut, lassan-lassan mindinkább lehül s így

fokozatosan mind alább-alább száll. Az atlanti óceán antipasszátja például lehülése folytán nyáron a 40-ik, télen ellenben már a 30-ik szélességi kör magasságában száll le a földszín közelébe, hol a szemben jövő passzáttal találkozik, melyet útjában megakaszt s vele összekeveredik. Itt találjuk tehát az atlanti óceán és Európa passzátjainak külső határát, (104. ábra), mely az imént mondottak szerint nem állandó, mert télen a 30., nyáron ellenben a 40-ik szélességi körrel esik körülbelül egybe, ami azért lényeges, mert azt mutatja, hogy a 30. és 40. szélességi fokok között nyáron passzátok, télen ellenben változó szelek fújnak.



104. ábra. A passzátok elmélete.

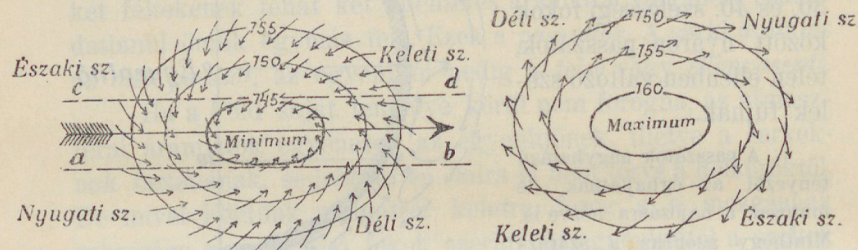
A passzátok nagyhatású tényezői az éghajlatnak, de fontosak a hajózásra nézve is. Minthogy azonban a szárazföld egyenetlenségei a szeleket irányukból el-el térítik s erejüket is csökkentik, a passzátok fűvési viszonyai a kontinenseken tetemes szabálytalanságot tüntetnek fel.

Az egyenlítő vidékén, a szelek forrásánál tehát, az északi és déli passzátok között egy körülbelül 4—5 foknyi széles öv van, hol az év összes szakáiban a Föld többi részéhez képest aránylag legtöbbször csendes a légkör, mert annak csakis felfelé van áramlása; azért ezt *szélcsendesek övének* nevezik. Ez öv határai azonban évközben folyton változnak, mert mikor a Nap az egyenlítőnél északra jár, akkor a szélcsendesek öve utána nyomul az északi félgömbre, a mikor pedig dél felé tér a Nap, a szélcsendesek öve is követi őt oda.

Ne gondoljuk azonban, hogy a szélcsendesek övében teljes a nyugalom, mert ott akárhány változó szél kerekedhetik s a megfigyelések az mutatják, hogy egy éven belül legfőljebb 70—90 napig uralkodik teljes szélcsend.

A változó szelek látszólag egészen szabálytalan járásuk, mert keletkezésük igen sokféle tényezőtől függ. A légnyomás szüntelen változásai, a passzátok és antipasszátok találkozása és összekeveredése, a tenger és szárazföld egyenlőtlen eloszlása, a szárazföld egyenetlenségei, különböző irányú légáramok egymásba ütközése stb. okok érzetik itt befolyásukat.

Miután a mindinkább hűlő antipasszát már a 30. szélességi kör körül leszál s a passzáttal harezra kél, természetes, hogy innen kezdve a sarkokig, vagy egészben véve a téritőkön felül, a mérsékelt és hideg övekben, tehát majdnem egész Európában, a trópusok állandó szeleivel szemben, a változó szelek uralkodnak. A passzátok és antipasszátok itt



105. ábra. Ciklon.

106. ábra. Anticiklon.

folytonosan viaskodnak egymással az uralomért, hol az egyik, hol a másik kerekedik felül és szorítja vissza amazt.

A változó szelek irányának és áramlásának viszonyait legtökéletesebben és leghatározottabban Buys Ballot állapította meg. Törvényei a következők:

1. A szél mindég magasabb légnyomású vidékről fúj alacsonyabb légnyomású felé.
2. A légnyomás maximuma helyéről köröskörül kifelé fúj a szél, míg a légnyomás minimuma felé köröskörül befelé.

3. A szél a magasabb légnyomású helyről a kisebb felé és viszont nem egyenesen előre fúj, hanem a Föld forgása következtében kitér és pedig északon jobb felé, délen bal felé.

Ha tehát valahol a légkörben légnyomási minimum van, a levegő mindenünnen arra felé tódul, de egyszersmind a Föld forgása következtében hol balra, hol jobbra tér s így a minimum körül örvényező mozgásnak kell keletkeznie. Ez a

ciklon vagy depresszió. (105. ábra.) A maximum körül viszont kifelé áramlik a levegő s ez az anticiklon (106. ábra.) Míg a minimumok felé tetemes gyorsasággal történik az áramlás, a maximumokból kifelé fújó szelek általában gyengék. (Ezt jelzik a 106. ábra csekélyebb számú nyilai.)

A ciklon és anticiklon általános légi tünetény, tehát nemcsak a mérsékelt és hideg övben, hanem az állandó szelek uralta téritők közötti vidékeken is a légnyomás változásainak megfelelően akárhány ily örvényző mozgás keletkezhetik.

Születésüktől kimulásukig a ciklonok és anticiklonok állandóan hol gyorsabb, hol lassúbb mozgással vándorolnak a légóceánon át s útjukat folytonosan változtatják. Ebből a szelek nagy változatossága következik. Mert ha a depresszió például a *ab* vonal mentén vonul el valamely hely felett (105. ábra), ott a délkeleti szél előbb délivé, azután nyugativá, majd északnyugativá lesz, ha pedig *cd* mentében találja az illető helyet a ciklon, a délkeleti szélből keleti, majd északkeleti, északi, végül északnyugati fejlődik.

A ciklonok szélforgási törvényénél fogva a légnyomási minimum körül keringő szél az északi félgömbön az óramutatóval ugyanazon irányban mozog, míg a déli félgömbön ez épen ellenkezően történik.

A mérsékelt és hideg övek széljárására nézve tehát mindég a depressziókkal kell tisztában lennünk, ezért mérik minden jelentékeny helyen a légnyomásokat s állítják össze — a synoptikus térképek adatai nyomán — naponként a ciklonok vagy depressziók köreit, s vonnak ezekből következtetést a jövő napok időjárására.

A rendkívül gyors örvénylő mozgással bíró szeleket *forgó szeleknek* nevezzük. Mindannyian úgy keletkeznek, hogy valamely hely körül, hol a levegő erősen felmelegszik és rohamosan száll a magasba, a szomszédos levegő minden oldalról rendkívüli gyorsasággal tódul be, hogy az egyensúlyt helyreállítsa. Így a minimum körül viharerejű forgószél keletkezik, mely gyakran óriás pusztításokat okoz.

A ciklon közepén levő légritkulásba nyomódik fel magas oszlop alakjában a tenger víze s támadnak az u. n. *vízölcsérek* (tromba), míg a homokpusztákon ily módon *homokforgatag* keletkezik.

A mi mérsékelt övi forgó szeleink, nem is hasonlíthatók a trópusok forgó orkánjaihoz, melyeket Nyugat-Indiában *hurrikánoknak* Ázsiában *teifunoknak*, Észak-Amerikában *tornadoknak* neveznek.

A változó szelek közül azokat, melyek bizonyos időszakokban rendszeren következnek be s ugyanegy vidéken ugyanazon irányból fújnak, *időszaki szelek*, vagy *monszunok* (monszun = időszak) név alatt ismerjük.

Ilyenek a forró övben mindenfelé előfordulnak s legnagyobbrészt nem egyebek, mint irányukból elterelt szárazföldi passzátok, melyeket a Nap járása sokszor hol az egyenlítőtől, hol meg attól délre visz magával.

Legnevezetesebbek az Afrika keleti partjaitól a Marianna-szigetekig terjedő vidékeken, az indiai óceán felett és Kelet-Indiában valamint Ausztráliában fújó monszunok, melyek egy irányban következetesen hat hónapig fújnak, s irányukat a Nap járása szerint minden hat hónapban változtatják.

Az egyenlítőtől északra eső részeken például Indiában áprilistól októberig fúj a monszun és pedig délnyugatról, míg a másik hat hónapban a rendes északkeleti passzát uralkodik. A monszun fúvásának ideje alatt naponként hull az eső, míg a passzát idejét a szárazság jellemzi; a monszunok évszaka tehát esős, a passzátoké száraz. Ennek oka az, hogy a passzátok északkeletről jövő hideg és száraz szelek, mert Ázsia nagy térségein kevés párát vehetnek fel, a monszun pedig az indiai óceán felől érkező párával telt melegebb szél.

Az egyenlítőtől délre, például Ausztráliában viszont októbertől áprilisig fúj az esőt hordó monszun, csak hogy délkeleti, hat hónapig pedig szintén a passzát, mely utóbbi ott is száraz évszakot idéz elő.

Ezen monszunok magyarázata abban rejlik, hogy az általuk befolyásolt vidékek a terítők között, tehát az állandó szelek (passzátok) övében terülnek el, továbbá, hogy ezen vidékek közelében nagy kiterjedésű homokos és kavicsos fensíkok fekszenek, melyek akkor, mikor a Nap felettük jár, könnyen és igen erősen felmelegsznek, a szeleket maguk felé vonják s a passzátokat irányuktól eltérítik.

A Mississipi medenczét nyáron a mexikói öbölből oda nyomuló monszunok járják, télen pedig északkeletről jövők, a melyek épúgy irányukból elterelt passzátok, mint a *harmattán* a Szahara nyugati részében.

Napi monszunoknak szokás nevezni a tengermelléken mindenütt észlelhető légáramlatokat, melyek hol a tenger, hol pedig a szárazföld felé fújnak. A délelőtti órákban ugyanis a szárazföld fölötti levegő felmelegszik s magasabbra emelkedik fel, mint a hűvösebb tenger fölötti levegő. Fent a magasban ennek következtében áramlás indul a part felől a tenger irányában, az egyensúly helyreállítására pedig az alsó légrétegekben a tenger felől a szárazföld felé. Az esti órák-

ban a légnyomási különbségek kiegyenlítik egymást, éjjel után azonban, mikor a szárazföld jobban hűlt le, mint a tenger, fordított légmozgás áll be, t. i. a felsőbb légrétegekben tengeri szél, az alsókban ellenben szárazföldi szél a partok felől a tenger irányában.

A *hegyi monszunok* vagy *hegyi szelek* is rendszeren lépnek fel a hegységekben. A völgyek s a hegyoldalak fölötti levegőt a délelőtti Nap felmelegíti s azok minden párájukkal együtt a hegycsúcsok felé ömlenek. Késő délután és éjjel viszont a fent a magasban lehűlt levegő lefelé áramlik a völgyekbe, miközben páratartalma is köddé vagy felhővé sűrűdik össze. A légnek e mozgása okozza a hegyvidékek oly gyakori délutáni és éjjeli esőit s az ottani ködöket.

A nevezetesebb változó szelek közé tartoznak a perzselő forróságú sivatagi szelek. A Szahara például minden irány felé küld ki belsejének forró katlanából ily szeleket, így a *khamsint* Egyiptomba, a *harmattánt* Felső-Guineába, a *leste-t* Madeirába és a kanári szigetekre, a *leveche-t* Spanyolország keleti partmellékére és a *szirokkot* Sziciliába.

Északi és Közép-Arábiának félelmes szele a *számum*, a sivatag utasainak valóságos réme, mert rendkívüli melege (néha 56° C.) felcserepesíti a bőrt, kiszáritja a torkot, olthatatlan szomjúságot okoz, a finom poriszemek pedig szűrják a testet és szembetegségeket idéznek elő.

Olaszország és az adriai tenger híres szele, a *szirokko*, szintén Afrikából ered, de mivel útjában a Földközi-tengeren kel át, párával telik meg, s mint nedves meleg szél érzékelik Itália partjaihoz.

Száraz és meleg déli szél a *föhn* is az Alpok északi lábai mentén Svájcban, Észak-Tirolban s néha Salzburgban is. Keletkezésének oka az Alpok hatalmas tömege, mely a hegység északi és déli oldalai közötti légnyomási különbsétek kiegyenlítését megnehezíti. Néha azután az északi oldal nagy gyorsasággal szívja fel a völgyeken és nyergeken át a délvidék meleg levegőjét a saját légnyomási minimumának pótlására s az időnként viharerejű föhn különösen tavasszal gyakran hirtelen erős és veszélyes hóolvadást és áradásokat okoz. A föhn nemcsak az Alpokban, hanem minden más nagyobb hegységben is fellelhető.

A mi kontinensünk hideg változó szelei közül említendő a *misztral*, Franciaországnak viharsebességű hideg északnyugati vagy nyugati szele, melyet a Cevennek és a déli tengermellék közti hőmérsékletkülönbsétek idéz elő különösen télen és tavasszal. A Provence és Languedoc déli részeiben gyorsan felmelegedő és felszálló levegő helyén légnyomási minimumok keletkeznek s a Cevennek vidékén járó anticiklon levegője nagy erővel tódul oda.

Hasonló okok hozzák létre Trieszt, Dalmácia és az albán partmellék északkeleti és keleti hideg szelét, a hirtelen, hatalmas lökemekkel fellépő

rohanó és pusztító bórát, mely az Illyr karsztvidék magas fensikjairól az Adria fölött különösen télen keletkező minimumok betöltésére rohan le.

Hazánkban a leghidegebb szelek egyike a *nemere*, mely Oroszországból nyomul be hozzánk.

Az eddig elmondottak alapján a Föld felületét nagy általánosságban a következő *szélövekre* szokták felosztani:

1. *A szélcsendek öve* az egyenlítő mindkét oldalán körülbelül 4—5°-nyi szélességben terül el s a Nap járása szerint hol a ráktérítő, hol a baktérítő felé tér ki.

2. *Az állandó szelek öve* az előbbtől északra és délre körülbelül a 30. szélességi körökig. Ez öv az északi félgömbön állandóan az északkeleti passzát, a déli félgömbön pedig a délkeleti passzát hatása alatt áll.

3. *A részben változó szelek öve* körülbelül a 30. és 40. szélességi körök közt, hol csak nyáron át fúj az északkeleti illetve délkeleti passzát, az év többi részében pedig majd a sarki, majd az egyenlítői légáramlat érvényesül a ciklonok és anticiklonok vándorlása szerint, minden rend nélkül.

4. *A változó szelek öve* a 40. fokon túl; itt a légnyomás minimumok és maximumok körül örvénylő szelek az év minden szakában változnak.

A szelek járását befolyásoló sokféle tényező a szélövekben is nagy szabálytalanságokat idéznek elő.

27. A légkör nedvessége s annak lecsapódásai.

A vizek felületének és a növényzetnek párolgása által folytonosan jutnak vízgőzök a levegőbe, melyeket, mivel színtelenek és átlátszók, nem veszünk észre. A párolgás a levegő hőmérsékletével tetemesen gyarapodik, nappal tehát nagyobb, mint éjjel, nyáron nagyobb, mint télen, s az egyenlítői vidékeken nagyobb, mint a mérsékelt és a hideg égőben.

A tapasztalás azonban azt bizonyítja, hogy bizonyos hőmérséknel a levegő csak bizonyos mennyiségű vízgőzt képes felvenni. A levegőben levő párák mennyiségét és azok nyomását, — mit egy, e célra alkalmasan berendezett kettős

hőmérő (psychrometer) higanyoszlopán milliméterekben olvasunk le — *gőznyomásnak* nevezzük s a *levegő telítettsége* alatt a *gőznyomás maximumát* értjük.

Az eddig mondottakból kiviláglik, hogy a gőznyomás maximuma minden hőmérséki foknál más és más, és pedig

—10°	—5°	0°	5°	10°	15°	20°	25°
C. hőmérséknel a gőznyomás maximuma							
2·1	3·1	4·6	6·5	9·2	12·7	17·4	23·6
mm.							

Minél melegebb tehát a levegő, annál több párát bír az el.

A levegő nedvessége elsőrendű égalji tényező.

A «száraz» és a «nedves» levegő fogalmának közelebbi meghatározásához a légkör tényleges vízgőztartalmát az egyidejű hőmérséklettel kell összefüggésbe hoznunk. Az ebből eredő viszony a *viszonylagos nedvesség*, mely alatt a tapasztalt gőznyomás (*g.*) és a tapasztalt hőmérséknek megfelelő gőznyomás maximum (*g. m.*) közötti hányadost százalékokban kifejezve értjük.

15° C. hőmérséknel például a gőznyomási maximum a fentebbi táblázat szerint = 12·7 mm: ha tehát ily hőmérséknel csak 7 mm gőznyomást észlelünk, akkor a 15° C.-nyi levegő viszonylagos nedvessége:

$$n = \frac{g}{gm} = \frac{7}{12.7} = 55\%$$

A viszonylagos nedvesség fogalmából kitűnik, hogy a levegő szárazabb lesz, ha páramennyiségének gyarapodása nélkül a hőmérséklet emelkedik, viszont egyenlő páratartalom mellett a hőmérsék sülyedésével a levegő mind közelebb jut a telítettség fokához.

A levegő viszonylagos nedvessége a tenger fölött esekély ingadozást mutat, s rendszerint 75—80%, a szárazfödek belseje felé ellenben, — különösen nyáron — tetemes apadás észlelhető. (Pl. Greenwich viszonylagos nedvessége júliusban 77%, Uralské ellenben alig 42%.)

Általában mondhatjuk, hogy míg a minden oldalról tengerrel körülövezett vidékeken pl. Angliában a lég majdnem állandóan tele van párával, a szárazfödek fölötti levegő rendszeren csak $\frac{3}{5}$ -ét tartalmazza annak a vízgőznek, a melyet elbirna.

Forró sivatagszelek néha 10%-on aluli, a főhn-szelek (lásd előbbi fejezetet) átlag 20—25%-nyi viszonylagos nedvességet hoznak magukkal. Ez a szerves életre felette káros, mert gyors párolgásra indít s így nagy hirtelen minden vizet magába szí. Époly nehezen viseljük azonban egy-idejűleg magas hőmérsék mellett a túlságos nedvességtartalmat el, mert a test természetes kigőzölgését akadályozza. A levegőt ily esetben nyáron a nagy meleg idejében *fülledtnek*, a hőséget *rekkenőnek* mondjuk s ez a trópusokban rendkívüli bágyasztólag és bénítólag hat az európaira. Ugyan-ezen okokból télen az ember a legnagyobb hideget könnyen tűri, ha az — mint Szibériában vagy Grönlandban — egyszersmind száraz is, míg ott, hol nyirkos szelek uralkodnak, különösen a tenger felől, hol tehát a viszonylagos nedvesség igen nagy, a lakókat aránylag mérsékelt hideg mellett is végtelen borzongás fogja el.

Harmatpont alatt azon hőmérséketet értjük, melynél a levegőben levő páramennyiség abból kicsapódik és a földfelületre hull. A telített levegő gőznyomási maximuma tehát egy bizonyos hőmérséknél egyszersmind annak harmatpontja is, vagy más szavakkal, minél nagyobb a levegő viszonylagos nedvessége, annál kevésbé kell hőmérsékének süllyednie, hogy páratartalma csepfolyóssá váljék, viszont minél szárazabb a levegő, annál mélyebben fekszik annak harmatpontja az illető hőmérséki fok alatt.

Igy például a 10° C. hőmérsékű és 50% viszonylagos nedvességű levegőnek harmatpontja 0° C.-nál fog csak beállni. A 10° C. hőmérsékű telített levegőnek gőznyomási maximuma ugyanis (lásd a túldoldali táblázatot) 9·2 mm, vagyis $50 : 100 = x : 9·2$ mm-hez, tehát $x = 4·7$ mm, ez pedig a 0° levegő gőznyomási maximumának felel meg. A 20° hőmérsékű és 90% viszonylagos nedvességű levegő már 15²/₃°-nál eléri az ő harmatpontját, mert $90 : 100 = x : 17·4$ -ből mint harmatpont $x = 15·66$ % következik.

A vízgőzöknek a légkörből való kicsapását mindég a levegő hőmérsékének esökkenése idézi elő. A lecsapódás különböző alakban állhat be.

Mikor az ég éjjel derült, a kisugárzást tehát mi sem akadályozza, a földfelület a rajta levő tárgyakkal és a közvetlen fölötte nyugvó légréteggel a melegség folytonos és gyors kisugárzása következtében jobban hül le, mint a fölötte kissé magasabban levő légrétegek. Ilyen alkalmakkor a legalsó légrétegek vízgőze, a gőznyomás maximumát elérve, lecsapódik a Föld színére, az ott levő lehült tárgyakra. *Ez a harmat.*

Ha az alsó légréteg és a Föld színe annyira kihült, hogy hófokuk zéruson alulra szállt alá, akkor a levegőből lecsapódó vízgőzök meg is fagnak s ez a *hóharmat* vagy *dér*.

Mínt hogy az élő növények erős párolgást fejtenek ki, a harmat különösen a növényfödözettel borított talaj fölött jelentkezik erősen.

Legnagyobbak a harmatok a forró égőv tengerpartjain; így a Perzsa-öböl és a Vörös-tenger partmellékén az erős harmat mintegy az esőt pótolja, a Szaharában ellenben természetszerűleg alig van harmat, mert a felette levő száraz levegőben igen kevés a vízgőz.

Minden körülmény, mely a Föld melegének kisugárzását vagy a földi tárgyak lehülését gátolja, hátráltatja a harmatképződést is, így beborult ég alatt, vagy szeles éjszakákon, — mikor a szél a nedves levegőt szüntelen magával viszi és ezáltal a gyors telítést megakadályozza, — harmat nem képződik.

A míg a vízgőzök a légkörben gáznemű állapotban terülnek szét, addig a légkör teljesen átlátszó s minél szárazabb a levegő, annál mélyebb kék színű. Ha a vízgőzök apró parányi cseppcskékké sűrűsödnek, homályossá, fehéres színűvé teszik az égboltot, ha pedig különböző nagyságú vízcseppcskék, vagy igen magasán a Föld fölött hókristályok és pelyhecskék a légtenger valamely helyén tömörülnek, összecsoportosulnak, akkor többé-kevésbé sűrűbb vagy ritkább, világosabb vagy sötétebb, a légkörben lebegő *felhőket* alkotnak.

A *köd* nem egyéb mint felhőképződés a legalsóbb légrétegekben, vagyis sok kis vízcseppnek a Föld felszínéhez közel végbemenő csoportosulása.

Derős éjjeken, mikor a talaj gyorsan hül le, a fölötte levő levegő pedig meleg és páradús, gyakorta képződnek sűrű de esékély magasságú ködök, különösen völgylapályok és nedves rétek fölött. De ködök akkor is keletkeznek, ha valamely melegebb vidék fölött, melynek páramennyisége a telítettséghez közel áll, hirtelen egy hidegebb légáramlat vonul el. Ezen okra vezethetők vissza a folyóvölgyek, lápos felületek esteli küdei valamint a tenger mellékek parti küdei stb.

A felhő sokkal gyakoribb alakulás mint a köd, mert a magasabb légrétegekben a vízgőzök összesűrűsödésének okai, — különböző hőmérsékű és páratartalmú légáramok találkozása, a felszálló levegőnek a magasabb és hidegebb régiókban való lehülése stb. — számosabbak. Minél szárazabb a levegő, s minél melegebb volt az a földfelszín fölött, annál magasabbra kell annak felszállnia, míg páratartalma a harmat-

pontot eléri. Innen van a felhők oly nagy különbségeket mutató magassága, valamint azok felemelkedése és leereszkedése is.

A felhők alakjuk szerint igen nehezen osztályozhatók, mert folytonosan változnak; mindazonáltal őket a következő négy leggyakrabban előforduló főcsoportba szokták beosztani.

a) A *cirrus* vagy *pehelyfelhő*; a felhők között legmagasabban jár (6—7000 m) s az ottani légrétegek alacsony hőmérséke miatt apró hókristályok fehér ködcsövetéből áll, majd tollfodorhoz, majd finomszálú hálózathoz hasonlít és megjelenése igen változatos.

b) A *cumulus*, *gomoly* — vagy *halomfelhő*, a nyári évszak felhője; halom- vagy hegyalakú, t. i. alul vízszintes, felül gömbölyű, színe pedig alul sötét, felül világos. A cumulus közvetlenül a párolgás helyén képződik meleg szellőtlen nyári napokon, midőn a függőlegesen felemelkedő meleg légáram vízgőze a hidegebb légrétegekben lehül és felhővé sűrűdik. Minden halomfelhő ilyen légáramnak a felső végét jelöli. A növényzetben dús szigetek felett gyakran alakulnak cumulusok, messziről figyelmeztetve a hajósokat a szigetek közelségére. A cumulusokból nem ritkán esőfelhők alakulnak, melyek tartalmukat rendszeren rövid ideig tartó záporokban hullatják alá. Magasságuk legfeljebb 3000 m.

c) A *stratus* vagy *rétegfelhő* a különböző erejű szelek által különböző magasságokban sávokká széthúzott, szétszaggatott cumulus. De réteges felhőknek nevezzük azon igen alant járó felhősíkokat is, melyek rétek, mocsarak és vizek fölött napnyugtakor keletkeznek, napkeletkor pedig lassanként ismét szétszlanak.

d) Az *esőfelhő* (*pallium*, *nimbus*) sötét, sűrű, alakatlan felhőtömeg, mely hosszas esőzések alkalmával vastag réteggé alakul, s az egész láthatárt elsötétíti.

E főbb felhőalakok egymással gyakran elegyülnek és átmeneti felhőket alkotnak, a minő pl. a cirro-cumulus, melyet közönségesen *báránnyfelhőnek* nevezünk, továbbá a *cirro-stratus* és a *cumulo-stratus*, melyekből igen könnyen lesz esőfelhő.

Az *eső* a felhők gőzhólyagocskáiból egészen észrevétlenül keletkezik. Az eredetileg egészen parányi cseppecskék estükben folyton gyarapodnak, de a Föld felszínét nem mindég érik el, mert a felhők alatt gyakran melegebb légrétegek terülnek el, melyekben az esőcseppecskék újból elpárolognak; ha azonban a felhőben a lecsapódás nagy mértékű és lent is páradús légrétegek vannak, a felhő vízcseppecskéi részint egymással egyesülnek, részint az útjukban talált párákat veszik magukhoz s így megnöve, akkora cseppekké válnak, hogy eső alakjában aláhullanak.

Ha az egész légkör nagyon lehült, mint pl. nálunk télen, a magas hegyesücsök körül pedig nyáron is, akkor a víz-

gőzök *hó-kristályocskákká* fagynak össze, s az eső helyett *havazás* áll be.

A szelek okozta hirtelen időváltozások alkalmával, mi a mi Alföldünkön kisebb-nagyobb hideg visszaesések alakjában május, június, sőt néha júliusban is előfordul, rendszeren nappal, nyári meleg délutánokon s többnyire nagyobb zivatarok előtt a tikkasztó hőség megszűntekor, a lehulló esőcseppek vagy jégkristályok körül az alsó tetemesen lehült és páradús légrétegekben jégvártyácskák rakódnak le, melyek tömött, borsó, sőt néha tyúktojásnagyságú *jégszemek* alakjában, mint *jégeső* esnek le, a vetést sokszor elverve, tönkre téve. A jégszemek ketté vágva réteges szerkezetet mutatnak, középen egy daraszemmel.

A jégterhes felhők csipkézett alakjukról és tejfehér színtükről rendszerint már távolról felismerhetők s rendszeren kicsiny, többnyire 3—7 km-nyi keskeny földterületek felett húzódnak végig. A jégeső — habár a trópusokban is előfordul — leggyakoribb a mérsékelt égöv alatt, különösen tavasszal.

A hirtelen keletkező heves *záporral*, vagy éppen *felhőszakadással* összekötött *zivatarok* főoka az alsó légrétegek túlhevítettsége, s azok gyors felszállása a tetemesen hidegebb felsőbb régiókba, hol a vízgőzök gyors tömörülése áll be.

Azért nálunk is a zivatarok ideje a nyár, az egyenlítői vidékeken pedig sok helyütt majdnem minden nap délutánján keletkezik zivatar, habár hajnalban a levegő tiszta s az égbolt derült.

Abessziniában például évente közepesen 424 zivatart számláltak, melyek 216 napra oszlanak el; Mexico, Bogota és Quito fensíkjain pedig átlag minden harmadik nap zivataros.

Mint hogy a levegő folytonos mozgásban van, azon páramennyiség, mely valamely helyen a magasba száll, sokszor igen távol fekvő vidékeknek válik javára, öntözve és termékenyítve azok fölületét. A vízgőzök és velük a csapadékmennyiség elosztásának szabályozása tehát a természet háztartásában a szelek feladata. Nekik köszönjük a borult s a tiszta égboltot, úgy a nagy zivatarokat, mint a derült szép napokat, mert a hol két különböző hőmérsékű légáramlat találkozik, a melegebb lehül, párája lecsapódik és eső vagy hó lesz belőle.

Az egyes vidékeken lehulló csapadék mennyiségét *esőmérővel* mérik. Ez hengeralakú mm-ekre beosztott szelencze, melyet szélmentes helyen állítunk fel és arra szolgál, hogy megmutassa, hogy az illető helyen bizonyos időszakban (nap, hó, év) mennyi a lehullott csapadék; az évek során át

tapasztaltakból azután ama hely *közép esőmennyisége* állapítatik meg. Ugyanazon esőmennyiséggel bíró pontok összekötése által (isohyét-vonalak) *eső-térképeket* szerkesztettek. Ezek azt mutatják, hogy a szárazföldek évi középesőmennyisége átlag *64 cm.*, vagy részletesebben: *97 cm* az óceánok vízterületén, és *31 cm* a lefolyás nélküli belső vidékeken.

Európa és Ázsia víztartója az atlanti óceán, miért is az esőmennyiség nyugatról kelet felé folyton apad. A legtöbb eső a nyugati part-hegységeken esik: Dommesten Norvégiában *195.* Glenquoich Skóciában *275.* Sierra Estrella Portugáliában *310 cm.*; Kelet-Európában ellenben az esőmennyiség igen kevés helyen több *60 cm.*-nél, Nyugat-Szibériában csak *40.* Kelet-Szibériában pedig az ochotski-tenger környékén már csak *20. cm.* Oroszországban azonkívül az esőmennyiség még északról délfele is tetemesen csökken, a legkevesebb pedig a turáni Mélyföld lefolyás nélküli vidékén. (Astrachan *16 cm.*, Petro-Alexandrowsk az Amu Darja mellett csupán *6 cm.*-el.)

Hazánk legtöbb csapadékkal bíró vidéke az Erdős-Kárpátok területe, különösen pedig Máramaros megye (*65 cm.*), legkevesebb az eső az Alföldön (*43 cm.*)

A Föld legesődúsabb helyei a Malabárpart Előindióban és a Himalaya déli lejtői (*1000—1200 cm.*-el), hol az indiai óceán, a monszunok, a nagy forróság, gyors párolgás, a felhőfogó hegyek mind gyarapítják az eső mennyiségét.

Minél inkább távolodunk a forró égővtől, annál esékélyebb aránylag az esőmennyiség. E tekintetben azonban számos tényező érvényesíti befolyását. A Nap erején, az uralkodó szeleken s a tengerek közelségén vagy távolságán kívül az illető vidék fekvése és környéke: hegyek, síkok, a Föld takarója, növényzet stb. mind nagy hatással vannak az esőmennyiségre.

A hegyek tetején több eső esik, mint tövükben, mert a tartalmazabb felhők nagyobb magasságokban járnak, s az őket felfogó bércekre hullatják vizüket. Az erdő is nagy hatással van az esőmennyiségre, mert ott a növényzet párolgása s az erdő hűsebb levegője folytán, a viszonylagos nedvesség jóval nagyobb, mint a szomszédos nyíltabb vidékek fölött. A honnan az erdőt kiirtották, ott az eső is nagyon megkevesbedett, a mire példa az isztriai és horvát-dalmát karszt vidéke.

Az eső hordozói, előidézői — mint már említettett — a szelek, s így természetes, hogy az *eső-övek* az előbbi fejezetben említett szélövekkel egészen összeválnak.

1. A mi a széljárásban a szélesendek öve, az esőzésekben az *állandó esők öve*, hol a nagyfokú párolgás miatt nagy mennyiségekben felszálló vízgőzöket a szelek nem hajtják el

sem északra, sem délre, miért is azok a magasba szállnak addig, míg az ottani hideg légrétegekben felhőkké nem csoportosulnak s viharok és égiháború kíséretében zápor alakjában aláhullnak. Ez övben az év majdnem minden délutánján, különösen pedig márcziusban és szeptemberben (a mikor a Nap a zenithen van) esik az eső.

Minthogy a szélesendek öve a Nap járását követi, vagyis akkor, mikor a mi féltekénken nyár van, északra, télen pedig délre húzódik egészen a ténitőkig, az egyenlítő mindkét oldalán *két száraz és két esős évszakkal* bíró öv terül el. A mint ugyanis a Nap s vele együtt a szélesendek öve az illető vidék fölé ér, az esős évszak áll be, melyet a Nap északabbra vonultával a száraz évszak követ. A Nap azonban bizonyos idő múlva újból délre fordul, ismét ugyanazon vidékek fölött halad el s a második esős évszakot, elvonulta után pedig a második száraz évszakot hozza létre.

A forró égőv azon részeiben, melyek a ténitőkhöz közelebb esnek, csak *egy száraz és egy esős évszak* van, mert ott oly hamar vonul el kétszer a Nap, hogy a két esős évszak egymásba megy át, mintegy egybeolvad, úgyszintén a két száraz évszak is. Ilyen vidékek az Antillák, Mexico stb.

2. A *forró övi esőtlen öv* alatt az állandó szelek övének megfelelő, tehát a szélesendek övétől északra és délre fekvő két övet értjük, hol a passzátszelek akadálytalanul fújnak; ezek az alsó passzátok pedig hideg és száraz szelek, mert a sarkok felől jövet útjukban nagy terjedelmű szárazföldek fölött haladnak el, hol csak igen kevés párát vehetnek fel. Ami esékély vízgőzt magukkal ragadnak, azt felföldekhez érve — hol páratartalmuk összesűrűdik — lehullatják; azért ezen övbe, minthogy a passzátok keleti szelek, az egyenlítőtől északra és délre a hegyek keleti oldalán mégis több eső esik, mint a nyugatin. A Nap az ő kitérése folytán a ténitők felé ($23\frac{1}{2}^{\circ}$ -ra északra, illetve délre) mélyen benyomul a forróövi esőtlen övbe, melyben azonkívül az eső eloszlását befolyásoló, már előbb említett számos egyéb tényező is nagy helyi eltéréseket, zavarokat eredményez, úgy hogy ezen öv pontosan alig, leginkább pedig még a tengeren van meg.

Külön említendők itt azon vidékek, hol (lásd az előbbi fejezetet) a *passzátok* és *monszunok* felváltva uralkodnak: pl. Kelet-India, Ausztrália. Itt akkor, a midőn északkeletről illetve délkeletről fúj a szél, tehát a passzát ideje van, a száraz évszak áll be, s csak a magasabb hegyterületeken hull eső: mikor pedig az északnyugati vagy délnyugati irányú monszun érvényesül, a száraz időt az esős évszak váltja fel, tehát itt is egy száraz és egy esős évszaktól különböztetünk meg.

Az eddig tárgyalt esők, minthogy mindannyian a forró (tropikus) égövben hullanak alá, *tropikus esőknek* is nevezetnek.

3. A *részben változó esők öve* a térítőkön felül körülbelül a 40. szélességi fokig ér, s itt különösen téli esőzések uralkodnak, — a változó szelek törvényei szerint, (ciklonok, anticiklonok vándorlása) — míg nyáron a száraz passzátok idejében, a csapadékmennyiség csekély. Ezen övet *sub-tropikus eső övnek* is nevezik. Afrika északi és Európa déli vidékei ide tartoznak.

4. A *változó esők övében*, a 40. szélességi foktól a sarkvidékig, az esőzések eloszlásában szabályosságot nem igen találunk, mert itt, a változó szelek következtében, minden időben esik eső, nyáron természetesen, az erősebb párolgás folytán több, mint télen. Dél-Európában például tavasszal és őszzel, a nyugati partmelléken leginkább őszzel, míg Közép-Európában, — így hazánkban is — nyáron hull a legtöbb eső.

Vannak oly területek a földön, melyeket az eső csak nagy ritkán vagy sohasem látogat meg, mert vagy száraz sivatagok, hol pára nincs, vagy hegyek környezik őket, melyek a párát előlük felfogják, vagy teljesen száraz szelek vonulnak el fölöttük, melyekből eső nem hullhat. Ily esőtlen sáv, vagy szalag a Szaharától a Gobiig terjedő fensíkok sora (libiai, nubiai, sziriai, kirgiz, perzsa, tibeti fensíkok), Ausztrália belseje, Dél-Amerikában a Pampáktól nyugatra eső sós sivatagok stb.

Az eső — mint az az eddig mondottakból kitünik — a levegő hőmérsékének befolyásai és a szelek után az éghajlatnak harmadik főtenyezője, jelentősége pedig még fokozódik, ha tekintetbe vesszük, hogy az eső nemcsak a szerves élet

táplálója, hanem Földünk alakjának módosítója, egyengetője, de egyszersmind széthasogatója, s így kiváló geológiai szerepe is van.

A csapadék nálunk csak télen hull le hó alakjában, melylyel a tavaszi nap könnyen bánik el. A magasabb hegységekben azonban a hó nyáron át sem olvad el, sőt újabb, a nyár folyamán is előforduló havazások által még jobban felgyarapodik, a sarkvidékeken pedig minden csapadék hó alakjában hull a földre. Ott az eső birodalmát a hó, jég és jégár uralma váltja fel.

A glecserek hatásairól a 10. fejezetben, a tengerek sarkvidéki jégképződéséről pedig a 21. fejezetben volt már szó, s azért e helyen csupán a glecserek klimatikus befolyására, — folyók táplálására, vízmennyiségük szabályozására, továbbá a sarkvidékek úszó jegére és jéghegyeire — emlékeztetünk. (Lásd a tenger áramlatait is.)

28. Az éghajlat.

Éghajlat alatt valamely vidék légkörének állapotát s annak változásait értjük, amint azokat hosszú évek folyamán tett meteorológiai megfigyelések közepes értékei kimutatják.

A *klimatologia*, vagyis az éghajlatról szóló tan, mely az időjárás általános vonásait összefoglalja, s az évek, évszakok hónapok és napok időváltozásait pontosan jegyzi, a következő fő éghajlati tényezőket veszi figyelembe, úgymint: 1. a földrajzi szélességet, 2. a tengerszín feletti magasságot, 3. a tengerektől való távolságot, 4. a talaj minőségét, 5. a talaj fűdözését, vagyis a növényzetet, 6. a csapadék mennyiségét.

Az 1. és 2. pontról már a 23. és 24. fejezetben volt részletesebben szó.

3. A tengerpartok és a kontinensek belterülete között, — mint az már szintén említett, — nagy éghajlati különbség van. A tenger a körmérséki különbségek örök kiegyenlítője, mert rossz hővezető képességénél és nagy hófoghatóságánál fogva a meleget és hideget nehezebben veszi fel, de tovább is tartja meg, mint a szárazföld. Télen, mikor a száraz már

kihült, a tenger még meleg és mérsékli a szárazföld hidegét, nyáron pedig még hideg, mikor a száraz már meleg, s így akkor a nagy meleget mérsékli.

Igy például Anglia éghajlatát a tenger oly enyhévé teszi, hogy ott a tenyészet állandó, míg az azzal egyenlő szélességek alatt fekvő orosz területeken a tél megdermeszti, a nyár pedig kiegészíti a növényeket.

Irország északi részében a mirtus úgy tenyészik, mint Portugáliában, s a narancs a szabadban kitelel, a hűvös nyárban azonban az erős meleget kívánó szőlő már nem érlik meg, Asztráchanban viszont télen 28° C. hideg is van, de ott a szőlő szépen megéri.

A tenger hatása szerint *tengeri* (óceáni) és szárazföldi (kontinentális) éghajlatot különböztetünk meg. Az előbbinek jellemzője az egyenletesség, minélfogva a különböző évszakok középhőmérséke közötti különbség csekély, utóbbinak sajátja a nappal és éjjel, valamint a nyár és a tél közötti nagy hőkülönbözetek, szélsőségek, hirtelen átmenetek a hideg és meleg között, továbbá tavasszal és nyár elején gyakori visszaesései a hőmérséknek, úgy hogy a zsenge növényzetre oly káros késő tavaszi fagyok nem ritkák.

Dublinnak és Budapestnek például körülbelül egyenlő évi középhőmérséke van (10°), a legnagyobb meleg és a legnagyobb hideg közötti különbség azonban kétszer akkora Budapesten, mint Dublinban.

4. A *talaj kéregalakulása* az éghajlatra nézve nem kevésbé fontos. A homokos laza talaj könnyen melegszik fel, de gyorsan hül ki, a tömörebb agyagos talajnál és a televény (humus) földnél ellenben mindkét folyamat jóval lassúbb. A homokos talaj e sajátjánál fogva az esőzést is akadályozza némileg, mert mikor a homokos alföldek fölött felhő jelenik meg s a lakókat sokszor hosszú szárazság után eső kecsgetti, a felleg csakhamar eloszlik, az erősen átmelegedett laza föld felett nyugvó szintén igen meleg levegő a vízgőzöket újból elpárologtatja, s a felhőt szétfoszlatja.

A Szahara homokja nyár közepén sokszor 40–50° R-re is felmelegszik, míg Angliában a fűvel benőtt talaj éjjelenként az év 10 hónapján keresztül közel 0°-ra hül le. Alföldünkön a késői fagyokat, — néha még június utolsó felében is, — részben a laza talaj okozza, mely éjjelente hamar és igen erősen kihül.

5. A *talaj fűdözete*, különösen pedig az *erdő*, az esőt mint a szivacs magába szívja és a vizet lassan párologtatja ismét el, minél sűrűbb tehát a föld takarója, annál jobban szaporítja az a nedvességet és az esőt, és hűsíti a légkört.

6. A *lecsapódások* szerepe az éghajlatra nézve igen jelentékeny, mert a eső mennyisége határozza meg, hogy valamely vidék klímája száraz-e, vagy nedves. E tekintetben az esőnél még fontosabb a hó, mert a mi féltekénken körülbelül a 45. szélességi körtől a sarkokig a hőmérsék télen a 0° alá süllyed, a föld színét hólepel borítja be, s a tavasz kezdetének melegét nagy részben annak felolvasztása köti le és emészti fel.

Földünkön öt nagy éghajlati övet különböztetünk meg, u. m. 1. *forró égövet* a két téritőn belül, 2. a *két mérsékelt égövet* a téritők és a sarkkörök között, 3. a *két hideg égövet* a sarkköröktől a sarkokig.

1. A *forró* vagy *tropikus éghajlati övben* az időjárás fő tényezői: hőmérsék, szelek, esők stb. szabályosak, s a meglehullámzás aránylag csekély, minélfogva az évszakok változása nem annyira a melegtől, mint inkább a lecsapódások mennyiségétől függ (száraz és esős évszakok). A levegő viszonylagos nedvessége ritkán kevesebb, mint 70%; a sivatagvidékeket kivéve, mindenütt nyirkos a levegő, s az esőmennyiség igen nagy, a havazás azonban csaknem ismeretlen jelenség. Hirtelen zivatarok igen gyakoriak, tömeges, de ritkán gyújtó villámcapásokkal. A majdnem merőlegesen beeső fénysugaraknál fogva tiszta időben a nappal világossága intenzivebb mint nálunk. A trópusok lakói ezen viszonyok következtében átlag kevesebb életerővel bírnak s szerveik is aránylag gyengébbek, mint a mieink, a nagy hőséget azonban a hozzátörődés, beleszokás folytán mégis jóval könnyebben viselik el, mint az európai. Különösen veszedelmesek ez övnek azon vidékei, hol sem a levegőnek, sem a víznek elég lefolyása nincsen (pl. Szenegambia partmelléke), ezek a lázak és miazmák otthonai és ragályos betegségek terjesztői (malária, tifusz).

2. *Mérsékeltnek* ez öv csak évi középmelegére nézve mondható, mert az éghajlati tényezők összesége itt a legnagyobb helyi és évszaki hullámzásokat idézi elő. Az északi

félteke víz és földterületének csaknem egyenlő eloszlása a *tengeri és szárazföldi éghajlat* egymással teljesen ellenkező viszonyait hozta létre, általában pedig ez övet főképen a meleghullámzás úgy év-, mint napközben, az uralkodó nyugati és északnyugati szelek s az időjárás gyors változása jellemzik. Az északi féltekén ez övben 3 alövet szoktak megkülönböztetni u. m.

a) a *meleg mérsékelt vagy térítő alatti* (subtropikus) övet, — körülbelül a 23—40° között — téli esőkkel és nyári szárazságokkal. (Lásd a szél- és esőöveket). Ez legjobban a Földközi tenger környékén van kifejlődve;

b) a *tengeri éghajlatot* a mérsékelt égöv középső szélességei alatt, a kontinensek nyugati oldalain, határozottan kifejlődött négy évszakkal és a meleg és nedvesség nagyobb túlságai nélkül;

c) a *szárazföldi éghajlatot* a kontinensek belsejében mindenütt; itt az átmenet a hideg télből a meleg nyárba gyakran igen gyors, úgy hogy a hideg visszaesésekben bővelkedő tavasz alig érezhető; annál hosszabb a derült ősz.

A hideg és meleg kellő váltakozása eredményezi azt, hogy a mérsékelt öv lakói kitartóbbak, edzettebbek, szívósabbak és nemcsak testileg, de szellemileg is fejlettebbek és üdőbbek a trópusok lakóinál.

3. Az előbbinél egyenletesebb *hideg övben* az északi féltekén a *tulajdonképeni hideg övet*, vagy *sarkalatti (subarctikus) övet* — a 72—82° között — és a *sarki övet* különböztetjük meg.

A *sarkalatti övet* csekély melegű és rövid nyár jellemzi, mert a napsugarak nagy részét a télen át összehalmozódott hó- és jéttömegek felolvasztása emészti fel. Az évi középmeleg minimuma 5°, maximuma 20° C., nem hidegebb tehát, mint a szélsőséges szárazföldi klímával bíró mérsékelt övi vidékeken. Az ősz jóval melegebb, mint a tavasz. A levegő átlag száraz, a lecsapódások mennyisége csekély, ködök csak a nyílt tengeren fordulnak elő.

A *sarki övet* az örökös tél jellemzi.

A hideg öv klímája a lakósokra nézve általában egészséges és határozottan káros befolyással az éghajlati tényezők

egyike sincs; a hosszú éjszakák egyhangúsága azonban ép úgy bénítja a testi és a lelki erőt, mint a trópusok egyformán magas hőisége.

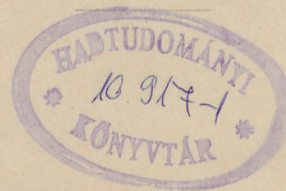
A *klimatológia*, — mint az e fejezet bevezető soraiban már említettett — az időjárás általános vonásait az év különböző szakaiban pontosan feljegyezi ugyan, a lakosságot azonban és különösen a gazdaközöniséget főképen az érdeklő legjobban, hogy a mára következő néhány nap időjárását megtudja. Evvel az *időjárás tan (meteorológia)* foglalkozik.

Mint hogy a szelek változása s evvel az esős idő a depresszióktól, ciklonoktól függ, a meteorológia ezeket észleli, megfigyelve útjukat, haladásukat, sebességüket stb., s ezen adatokból vonja le következtetéseit.

Mivel a ciklonok haladása sokszor nem állapítható meg biztosan, az időjósítás is gyakran bizonytalan.

A mi vidékünkön tett megfigyelések és észleletek kétségtelenül azt mutatják, hogy a depresszió nálunk rendszeren nyugatról keletre húzódik, és pedig a következő tünetek kíséretében: délkeleti szelek indulnak, a légsúlymérő kénesője esni kezd, és cirrus-felhők jelentkeznek mint az eső előhírnökei; a felhők sűrűsödnek, a szél délivé lesz, az eső megered és hull és addig tart, míg a légsúlymérő kénesője emelkedik; a szél nyugatra fordultával az eső csökken, majd megszűnik és az északnyugatívá vált szelek az utolsó fellegfoszlányokat is elsöprik. Ha a barométer kénesője 760 mm-en jóval felül emelkedik, a ciklont anticiklon váltja fel és tartós jó időre számíthatunk.

Az időjárási tüneteknek, a szelek járásának s így a depresszióknak is legfőbb tényezője a *légnomás nagysága*. Ezért a művelt államokban ma a légnomásról, hőmérsékről, a szelek irányáról és erősségéről, a levegő nedvesség-tartalmáról, felhőkről és csapadékokról táviratok útján szerzett adatokból állapítják meg a légnomás eloszlását s az uralkodó szél irányát, ebből pedig a ciklonok mozgását és a közelebbi napokban várható időjárást, vagyis az azokra vonatkozó *jóslatot*, vagy *prognózist*. Ez adatokat azután az időjárási (synoptikus) térképekre rajzolják és a közöniséggel közlik hogy munkájában azok után igazodhassék.



0052 5091



Hadtörténeti Könyvtár

HM HIM Hadtörténeti Könyvtár

