



BIHARINÉ DR. KREKÓ ILONA
KANCZLER GYULÁNÉ DR.

TERMÉSZETISMERET

az ELTE TÓK hallgatóinak

TERMÉSZETFÖLDRAJZ

TERMÉSZETISMERET I.

TERMÉSZETFÖLDRAJZ
az ELTE TÓK hallgatóinak

ELTE Tanító- és Óvóképző Kar

TERMÉSZETISMERET I.

TERMÉSZETFÖLDRAJZ

az ELTE TÓK hallgatóinak

Írta:

Bihariné dr. Krekó Ilona – Kanczler Gyuláné dr.

Szerkesztette:

Bihariné dr. Krekó Ilona
Kanczler Gyuláné dr.

Lektorálta:

Dr. Vitályos Gábor Áron

Budapest, 2017

Minden jog fenntartva, beleértve a kiadvány egészének vagy egy részének bármilyen formában történő sokszorosítását.
A kötet megjelenését az Eötvös Loránd Tudományegyetem támogatta.

© Szerzők, Szerkesztők, 2017

ISBN 978-963-284-849-5



www.eotvoskiado.hu

Felelős kiadó: az ELTE Tanító- és Óvóképző Kar dékánja
Felelős szerkesztő: Gaborják Ádám
Projektvezető: Sándor Júlia
Tördelés: Mananza Bt.
Borító: Csele Kmotrik Ildikó



TARTALOMJEGYZÉK

ELŐSZÓ.....	7
I. CSILLAGÁSZATI FÖLDRAJZI ISMERETEK.....	9
1. Az emberiség világszemléletének fejlődése.....	9
2. A Tejútrendszer	12
2.1. A csillagok tulajdonságai	13
2.2. Csillagrendszerek	13
2.3. A változó csillagok	14
2.4. A csillagközi (intersztelláris) anyag	14
3. Extragalaxisok, galaxishalmazok.....	14
4. A Naprendszer	15
4.1. A Nap általános tulajdonságai.....	15
4.2. A Nap szerkezete	15
4.3. A Naprendszer bolygói.....	17
4.4. A bolygók holdjai	18
4.5. A fogyatkozások.....	19
4.6. Az üstökösök.....	20
4.7. A meteorok	20
4.8. A bolygóközi (interplanetáris) anyag	21
5. A Föld mint égitest.....	21
5.1. A Föld leglényegesebb adatai tájékoztatásul.....	21
5.2. A Föld alakja és annak következményei.....	21
5.3. A Föld mozgásai	22
II. A FÖLD KŐZETBURKA (litoszféra).....	27
1. A Föld gömbhéjai.....	27
2. A kőzetburok felépítése	27
2.1. A földkéreg felépítő kőzetek	28
III. A TALAJ (pedoszféra)	29
1. A talaj kialakulása	29
2. A talaj összetevői	30
3. A talaj tulajdonságai	31
4. A talajok rendszerezése.....	31
IV. A VÍZBUROK (hidroszféra)	33
1. A víz körforgása	33
2. A Világtenger (óceánok és tengerek).....	34
2.1. A Világtenger részei	34

2.2. A tengervíz tulajdonságai	34
3. A szárazföld vizei	35
3.1. Felszín alatti vizek.	35
3.2. Felszíni vizek	35
V. A LÉGKÖR (atmoszféra)	43
1. A légkör kialakulása.	43
2. A légkör összetétele.	44
3. A légkör függőleges tagozódása	45
4. Az atmoszféra mint az időjárás színtere.	46
5. Az időjárási vagy éghajlati elemek	48
5.1. A napsugárzás.	48
5.2. A levegő hőmérséklete.	49
5.3. A levegő vízháztartása	49
5.4. A légnyomás	52
5.5. A levegő mozgása.	52
5.6. A légkör fény- és hangjelenségei	54
VI. MAGYARORSZÁG TERMÉSZETI FÖLDRAJZA	55
1. Magyarország földrajzi helyzete.	55
2. Magyarország földtörténete	55
3. Magyarország domborzata és tájai.	60
4. Magyarország éghajlata	62
4.1. Éghajlatunk általános jellemzői.	62
4.2. Az éghajlati (időjárási) elemek időbeli és területi eloszlása	64
5. Magyarország vízrajza	65
5.1. Felszíni vizek	65
5.2. Felszín alatti vizek.	67
6. Magyarország talajai	67
6.1. Zonális talajok.	67
6.2. Intrazonális talajok.	68
6.3. Azonális talajok	68
VII. IRODALOMJEGYZÉK.	69
Ajánlott internetes anyagok	70

ELŐSZÓ

A külső világ tevékeny **megismerésére való nevelés fontos** szerepet tölt be a **környezeti kultúrára való nevelésben, vagyis a környezeti nevelésben**. Szoros és sokoldalú kapcsolatban van más tevékenységi formákkal. A társadalmi és a természeti környezetnek a gyerekek számára érdekes és lényeges vonásait valóságghűen, a 20 hetes–12 éves gyerek fejlettségi szintjének megfelelően tárja fel. A környezet megismertetése, az élőkhöz és az emberi alkotásokhoz való pozitív attitűd alakítása, a gyermek világszemléletének, világképének formálása csak úgy lehetséges, ha szűkebb és tágabb környezetéről sokféle módon és rendszeresen szerez tapasztalatot, ha lehetősége van a folyamatos és alkalomszerű megfigyelésre, aktív kerti és természetsarokbeli munkára, különböző gyűjtőtevékenységekre, egyszerű vizsgálódások, „kísérletek” elvégzésére.

Ahhoz, hogy a környezeti nevelés folyamatában a felsoroltakat sikeresen valósítsa meg a pedagógus, hogy kielégítő válaszokat tudjon adni a gyermekeknek a környezetükre vonatkozó ezernyi kérdésére, pontos tárgyi tudással is rendelkeznie kell a természetismeret területéről.

Ez az egyetemi jegyzet a természeti környezetben való eligazodáshoz, a természeti jelenségek okainak feltáráshoz, a pontos fogalomalkotáshoz, tehát a természettudományos ismeretek elmélyítéséhez nyújt segítséget; a középiskolában tanult biológiai, földrajzi, fizikai és részben kémiai tananyagra épül. Az ott elsajátított ismereteket (például a lemeztektonika) nem ismétli, hanem a környezeti nevelés természeti témaköreiben foglaltak figyelembevételével összefoglalja, bővíti, rendszerezi, csoportosítja és fejleszti tovább.

Az **irodalomjegyzék** egyrészt a különböző témákban való elmélyülést, másrészt a környezeti nevelésre való közvetlen felkészülést szolgálja.

A szövegben levő idegen szavak, illetve ismeretlen fogalmak értelmezését, magyarázatát **csak azok első előfordulásakor** tüntettük fel.

A **jegyzet felépítése** „formabontó”, eltér az eddig megszokottól. Egyes részeknél **Olvasnivaló** címszó alatt, a témára vonatkozó érdekességek találhatók. Ezek figyelemfelhívó jellegűek, illetve az ajánlott szakirodalom tanulmányozására ösztönöznek.

I. CSILLAGÁSZATI FÖLDRAJZI ISMERETEK

A **csillagászati földrajz** a földrajztudomány szempontjából tárja fel és rendszerezi a Földre és kozmikus környezetére vonatkozó csillagászati ismereteket. A Földet mint égitestet vizsgálja, a bolygónkon kívüli világtérnek is főként a Földre gyakorolt hatását ismerteti. Ebből következően a Naprendszer tagjai közül a Nap és a Hold, valamint az üstökösök és a meteorok jellemzése kap központi szerepet. A csillagászati földrajz magyarázatot ad azokra a földrajzi jelenségekre, amelyeknek okai nem földi eredetűek. Ezek közé tartoznak például az évszakoknak, a nappaloknak és az éjszakáknak a váltakozásai, illetve az utóbbiak időtartamának, a Nap horizont feletti magasságának periodikus változásai.

Az Univerzum felépítéséről, az abban végbemenő folyamatokról való tájékoztatásnak a főiskolai természetismereti stúdium keretében elsősorban világnézeti jelentősége van az emberiség világszemléletének alakulását, fejlődését feltáró fejezettel együtt. A bolygónkról és annak a világegyetemben elfoglalt helyéről vallott nézetek minden történelmi korban összefüggtek a természettudományok fejlettségi szintjével. A jelzett téma ismeretét ezért is tartjuk fontosnak a pedagógusképzésben.

1. Az emberiség világszemléletének fejlődése

„Azt, ahogyan az emberek kifürkészik az égi dolgokat, szerintem majdnem olyan csodálatos, mint maguk a dolgok.”¹

(Johannes Kepler)

A **csillagászat**, amely a legrégebb természettudomány, már az ókorban is kapcsolatban volt a mindennapi élettel. Az időszámítás, a naptárkészítés, a szárazföldi és tengeri utazásokon a tájékozódás az égitestek megfigyelésén, az azokból „kigondolt” csillagképeken alapult. A szabálytalanul elhelyezkedő csillagokat az emberi képzelet rendezte alakzatokká, csillagképekké, amelyek kapcsolatban álltak az azoknak nevet adó népek életével, hitvilágával. (Például a görögök által ismert 44 csillagkép közül 12 emberi alak, 23 állat és mesebeli lény, 7 tárgy, 2 pedig ember és állat közötti átmenet.)

A **babiloniaiak** – akiknek csillagászati feljegyzései az i. e. III. évezredig nyúlnak vissza – nevezték el az állatövi csillagképek többségét. Ezeket a neveket átvették a görögök, sőt a jelenkor csillagásza is. Ismerték a Nap és a Hold járását, a napfogyatkozások periodikus egymásutániságát. A Vénuszról – amit az „égbolt tarka úrnőjének” (HERMANN 1981) tartottak –, közölt megfigyeléseiket a csillagászat legrégebbi emlékei között tartják számon. Tőlük ered a hét hétnapos beosztása, sőt, e napok neveiben, egyes nyugati nyelvekben fellelhetők a babilóniaiak által ismert égitestek nevei. Például a hétfő a Hold napja (angolul Monday, franciául lundi), a szerda francia neve (mercredi) a Merkúrra utal, a vasárnap a Nap napja (angolul Sunday), a péntek pedig a Vénuszé (franciául vendredi). A kedd francia elnevezése mardi, amelyben a Mars név lelhető fel. Ezt a bolygót ismerték ugyan a babilóniaiak, de ez az elnevezés a római hadisten – Mars – nevét örizte meg. A szombat angol nevében (Saturday) a földművelés római istenének, Szaturnuszának a neve ismerhető fel (HORÁNYI 1996).

A babilóniai csillagászok **világképet nem alkottak**, a Földet lapos tányérnak gondolták, közepén a birodalmukkal.

¹ HERMANN, D. B. (1981): *Az égbolt felfedezői*. Gondolat, Budapest. 31.

A **kínaiak** szintén ismerték a Hold és a Nap járását, naptáruk (hold- és napévet használtak) a babilóniaiakéhoz volt hasonló, csillagképeik rendszere viszont eltért az övékétől. A császári udvar csillagászaik megfigyelték és krónikákban jegyezték fel a rendkívüli égi jelenségeket, így a növők, az üstökösök feltűnését, a napfogyatkozások időpontját. Az i. e. III. évezredben a kínaiak is tányérnak képelték a Földet, amelynek közepére Kínát helyezték. Az i. e. 2. században élt Csang Heng már gömbölyűnek tartotta.

Az **egyiptomi csillagászat** az előbbieknél jellemzetteknél kevésbé volt átfogó, de tudósaik a naptárkészítésben kiváló alkottak. Naptáruk a Nap mozgásán alapult, ismerték a 365 napos szoláris évet, amely 12 db 30 napos hónapból, valamint 5 járulékos napból állt. Csillagászaik napra pontosan adták meg a Nílus áradásának idejét.

Közép-Amerika ősi népei közül a **maják** már az i. e. IV. évezredtől kezdve végeztek sokféle csillagászati megfigyelést. Ismerték a fogyatkozások periodicitását, a bolygók szinodikus (két egymást követő holdtölte közötti idő) keringésidejét, készítették naptárt.

A perui **inkák** csillagászati tudása a majákéhoz hasonló volt.

Az **ókori Nyugat-Európa** csillagászatának magas színvonalát az i. e. 2000 körül épített dél-angliai Stonehenge és az ahhoz hasonló más kőépítmények jelzik. G. S. Hawkins amerikai csillagász a Stonehenge-t „kőkorszaki számológépnek” nevezte (HAWKINS 1972: *Stonehenge Decoded*. London), amelynek alapján viszonylag precízen meg lehet állapítani a nap- és holdfogyatkozások és a tavaszi napéjegenlőség időpontját.

Az ókori kultúrák közül a **görög** csillagászat eredményei a leginkább figyelemre méltóak. A korong alakú Föld fogalmától a megfigyeléseik alapján (például a Holdra eső földárnyék körív alakja, vagy hogy a tengerparthoz közeledő hajóknak előbb az árbóca látszik) levont helyes következtetésekkel eljutottak a gömb alakú Föld fogalmához. A görög gondolkodók a babilóniaiaktól és az egyiptomiaktól eltérően arra törekedtek, hogy a természetre, az Univerzumra vonatkozó addigi ismereteiket világképpé alakítsák.

A számoszi **Arisztarkhosz** (i. e. 320–250) végezte el a kozmosz első távolság-meghatározását (Nap–Hold távolság) egzakt matematikai módszerekkel. Közvetve ismerjük heliocentrikus rendszerét, amely szerint a Nap (görögül *hélios*) van a középpontban, és a bolygók, így a Föld is körülötte keringenek. **Eratoszthenész** (i. e. 276–195) megközelítő pontossággal számította ki bolygónk kerületét. A **Hipparkhosz** (i. e. 190–125) által készített csillagkatalógus 1022 csillagot tartalmazott, helyzetük pontos megadásával. Ő fedezte fel a tavaszpont lassú eltolódását az égbolton. Ezt a jelenséget ma precessiónak nevezik. (Általánosságban a precesszió egy tengely külső forgatónyomaték hatására bekövetkező elmozdulása. Latinul a *praecedere* = előre haladni.)

Ptolemaiosz (75–160) a 13 kötetes *Mathematike syntaxis* című műben foglalta össze az ókor csillagászati eredményeit, és hozta létre az évszázadokig elfogadott geocentrikus világképet, így ő volt az első tudós, aki bolygóelméletet alkotott. (Alkotását később Európa *Almagest* néven ismerte meg. A tudománytörténet Ptolemaiosz művét tartja az „ókori tudás emlékművének”.) **Világképének lényege:** a hét bolygó (Merkúr, Vénusz, Mars, Jupiter, Szaturnusz, továbbá a Nap és a Hold) hét szférában (gömbön) végzi mozgását excentrikus (a szó általánosságban a középponttól való eltérést jelent) pályán, a középpontban levő Föld körül. A Szaturnuszon túli világot az állócsillagok szférájaként jelölte. A görög csillagászatban, mint azt már jeleztük, jelen volt a heliocentrikus világkép is, de azt Ptolemaiosz nem fogadta el.

A 10–15. században az **arabok** átvették a görög csillagászat eredményeit. Lefordították Ptolemaiosz művét, és továbbfejlesztették a geocentrikus világképet, készítették csillagkatalógusokat és bolygótáblázatot, ma is érvényes nevet adtak sok csillagkép fényes égitestjeinek.

A középkori Európában a csillagászat területén is a 16. században kezdődött el változás, sok évszázados szünet után. Ekkor támadtak fel egyre erőteljesebben a kételyek a geocentrikus rendszer helyességével kapcsolatban. Az új, **heliocentrikus világkép** megfogalmazója **Nikolausz Kopernikusz** (1473–1543) volt, aki elsősorban elméleti úton jutott el a Föld és más bolygók Nap körüli keringésének és a Föld tengelyforgásának megfogalmazásáig. A bolygók pályáját kör alakúnak feltételezte, amely hipotézise téves volt. A nyomtatásban csak halálának évében, 1543-ban megjelenő *Az égi pályák körforgásáról* című fő művét valószínűleg már 1529 és 1532 között megírta. Ezt a csillagászatot túlmutató alkotást a tudománytörténet a korszakalkotó művek között tartja számon. E „halhatatlan mű” kiadása azért volt „forradalmi tett”, mert ezzel „...a természetkutatás bejelentette a maga függetlenségét. [...] Kopernikusz félénken ugyan, és szinte a halálos ágyán, az egyházi tekintélynek a természet dolgaiban odadobta a kesztyűt.”²

2 HERMANN, D. B. (1981): *Az égbolt felfedezői*. Gondolat, Budapest. 72.

Giordano Bruno (1548–1600), aki fiatal korában dominikánus szerzetes volt, élete második felében Kopernikusz tanainak elkötelezett hirdetőjévé vált. Ezeken túlmutató, megérzésre hagyatkozó filozófiai következtetéseit az *Univerzum és a világ végtelenségéről* című művében fejtette ki (ezt 1584-ben, Londonban írta meg). Bruno szerint a világ határtalan és felmérhetetlen térség, amelyet végtelenül sok csillag tölt ki. A Nap csak egy közülük. Ebből arra következtetett, hogy a világnak nincs egyetlen középpontja sem. A Nap csupán „...bizonyos testekre vonatkozóan középpont.”³ Giordano Brunót tanaiért az inkvizíció 9 évi raboskodás (Velence, Róma) után máglyahalálra ítélte, amelyet 1600. február 17-én hajtottak végre.

A heliocentrikus világmépítés másik nagy hirdetője **Galileo Galilei** (1564–1642) volt. A távcsövet feltalálása (Hollandia, 1609) után igen rövid időn belül tökéletesítette, és égi objektumok megfigyelésére alkalmazta. Felfedezte a Hold hegyeit és „völgyeit”, a Jupiter holdjai közül négyet (amelyeket Galilei Medici-holdaknak nevezett; mai neveik: Io, Europa, Ganymedes, Callisto), a Nap forgását és a napfoltokat.

Tycho Brahe (1546–1601) dán csillagász nem fogadta el Kopernikusz tanait. Korának azonban legjobb megfigyelője volt, aki felfedezéseivel alkotott maradandót. 1572. november 11-én látott meg a Cassiopeia csillagképben egy fényes, addig nem észlelt csillagot. Az általa **nóvának** (új csillag) elnevezett csillag változásait, fényességének csökkenését folyamatosan figyelte, és tapasztalatait *Az új csillagról* című művében publikálta. Az 1577. évben feltűnt **üstökös** megfigyelése közben jutott arra a következtetésre, hogy ezek az égitestek a Naprendszer tagjai. Vizsgálta az üstökösök és a Hold mozgását, bolygóutatási, észlelési eredményei is figyelemre méltóak.

Minden idők egyik legnagyobb csillagásza **Johannes Kepler** (1571–1630) volt. Tycho Brahe asszisztenseként (Prága) jutott hozzá az előbbieken említett bolygóészlelési adatokhoz. Azok feldolgozását a heliocentrikus világmépítés híveként kezdte meg, és jutott el a bolygók mozgástörvényeinek megfogalmazásáig. Az első két törvényt az 1609-ben megjelent *Új csillagászat* című műve, a harmadikat pedig az 1619-ben publikált *A világ harmóniája* című tartalmazta.

A később róla elnevezett törvények a következők:

- ♦ **Kepler első törvénye:** Minden bolygó olyan ellipszispályán mozog, amelynek egyik gyújtópontjában (fókuszában) a Nap helyezkedik el. (Ebből az következik, hogy a bolygónak a Naptól való távolsága mozgásuk közben változik.)
- ♦ **Kepler második törvénye:** a Naptól a bolygóhoz húzott rádiuszvektor (vezérsugár) egyenlő idők alatt egyenlő területeket sűrol. (Ez azt jelenti, hogy egy bolygó sebessége naptávolban (aféliumban) a legkisebb és naptöközelben (perihéliumban) a legnagyobb.)
- ♦ **Kepler harmadik törvénye:** a bolygók Nap körüli keringési idejének négyzetei úgy aránylanak egymáshoz, mint a Naptól mért közepes távolságaik köbei. (Tehát minél távolabb van egy bolygó a Naptól, annál lassabb a keringése.)

Isaac Newton (1643–1727) a természettudományok történetének egyik legjelentősebb művét, *A természetfilozófia matematikai alapelvei* címűt (röviden *Principiák*ént ismert) 1687-ben jelentette meg. Ebben sok fontos fogalom (például: tömeg, súly, erő) mellett elsősorban az **általános gravitációs törvényt** fogalmazta meg. E szerint:

- ♦ Két test között ható vonzóerő (F) egyenesen arányos a két test tömegének (m^1 és m^2) szorzatával és fordítva arányos a köztük lévő távolság (r) négyzetével. Képletben kifejezve:
- ♦
$$F = G \frac{m^1 m^2}{r^2}$$
 (a G a gravitációs állandót jelöli)

A törvény felismerése tette lehetővé Newton számára Kepler törvényeinek az általános tömegvonzás következményeként való értelmezését. A törvénynek filozófiai–világnézeti jelentősége is óriási volt; igen jelentősen járult hozzá a világ anyagi egységének felismeréséhez. Newton elméletének hatásos megerősítése volt a Neptunusz bolygó pályájának kiszámítása, előrejelzése. A számítások (Adams angol és Leverrier francia csillagászok végezték) alapján Galle német csillagász 1846-ban meg is találta a Neptunuszt. Hasonló módon bukkant rá a Plútóra 1930-ban Tombaugh amerikai csillagász.

3 HERMANN, D. B. (1981): *Az égbolt felfedezői*. Gondolat, Budapest. 90.

Edmund Halley (1656–1742), aki az üstököskutatásban ért el kimagasló eredményeket, összehasonlította a görög Hipparkhosznak az i. e. 2. században készített csillagkatalógusát egy 18. századival. A kettő közötti jelentős eltérésből jött rá arra, hogy a **csillagok is mozognak**.

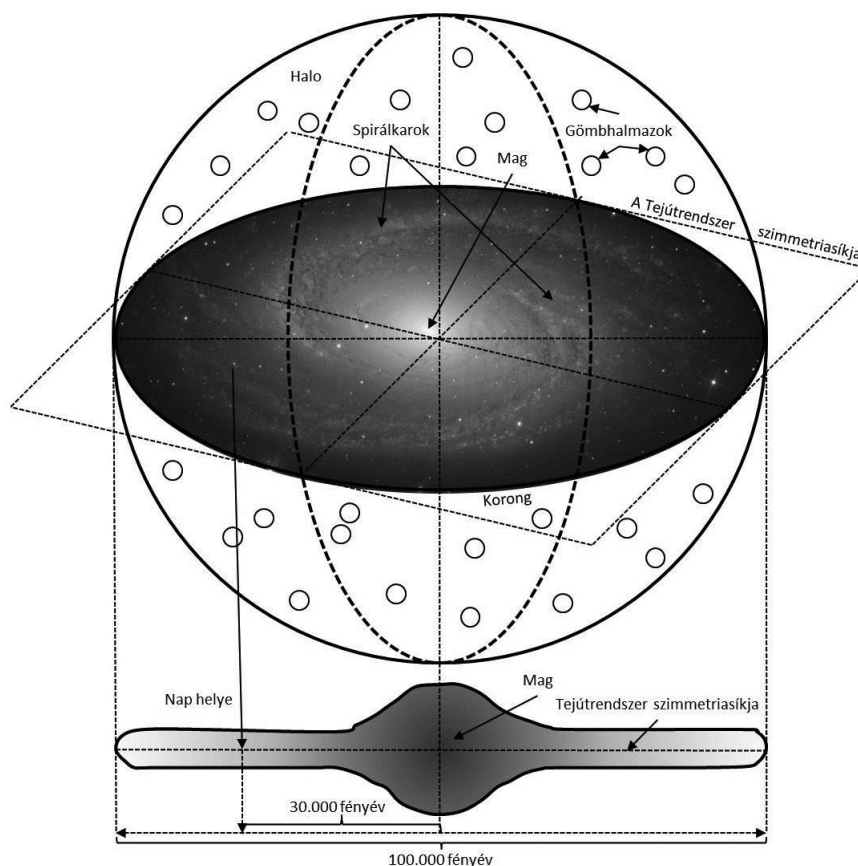
A 19. század végétől a **spektroszkópiának** (a színeképek vizsgálatával foglalkozó tudományterület) a csillagászatban való alkalmazása tette lehetővé a csillagok kémiai összetételének és fizikai tulajdonságainak (például: hőmérséklet, sűrűség, tengely körüli forgássebesség) meghatározását. Az eredmények bizonyították a világ anyagi egységét.

A 20. századra mind tökéletesebbé váló távcsövek, a rádiócsillagászati módszerek és 1957-től az űrkutatás újabb és újabb információkat szolgáltatnak kozmikus környezetünkről. Térben és időben egyaránt egyre messzebbre „látunk”!

2. A Tejútrendszer

Naprendszerünk egy nagyobb rendszernek, a mintegy százmilliárd csillagból álló **Tejútrendszernek** vagy **Galaxisnak** a tagja. „Oldalnézetben” **diszkoszhoz** hasonlít, „felülnézetben” **spirális** szerkezetű. Átmérője 100 ezer, legnagyobb vastagsága 15 ezer fényév. A **Nap** a rendszer külső harmadában a centrumtól 30 ezer fényévre található.

A Galaxis középső részén lévő **magot** valószínűleg egy hatalmas méretű szupercsillag alkotja (GÁBRIS Gy. 1996), amely kb. 100 millió évenkénti felrobbanásakor nagy tömegű anyagot dob ki magából. A mag körüli **korongban** idős, a **spirálkarokban** pedig fiatal csillagok és csillagközi anyag vannak. A Galaxis középpontját kb. 150 fényév átmérőjű **galaktikus halo** veszi körül, amely gömbhalmazokból áll. Naprendszerünk a Galaktikában 20 ezer fényév hosszúságú ellipszis alakú pályán kering.

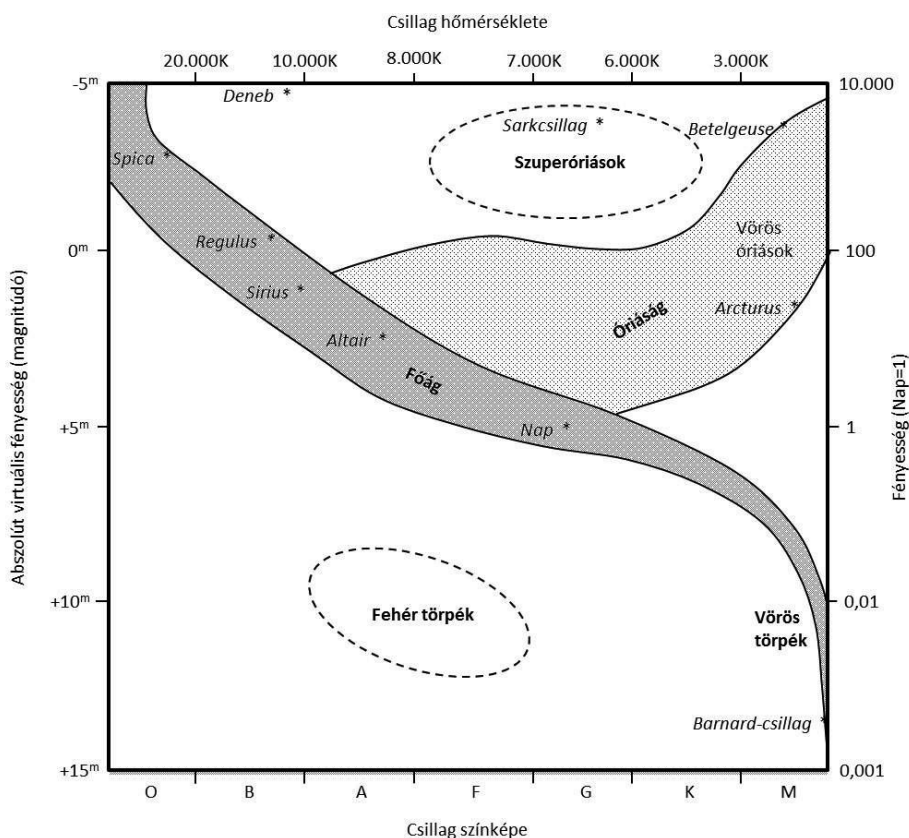


1. ábra. 1. A Tejútrendszer perspektivikus képe
2. A Tejútrendszer „oldalnézetből”

2.1. A csillagok tulajdonságai

Nagy tömegű, izzó égitestek, amelyekben az anyag plazmaállapotú (elektromos töltésű részecskék halmaza). Belsejükben igen nagy a nyomás, és igen magas a hőmérséklet. Felületi hőmérsékletük 1000 és 30 ezer K közötti. Sugárzó energiájuk a bennük végbemenő termonukleáris, energiatermelő folyamatokból származik. Többségük közepes térfogatú és sűrűségű. Anyagi felépítésükről a színeképelemzés ad tájékoztatást. Színeképük főként hőmérsékletüktől függ. Az egyes színeképosztályokat (a Harvard-obszervatóriumban dolgozták ki) betűkkel jelezték, amelyeket 0–9-ig terjedő számozással finomítottak (Napunk színeképele G2).

A csillagok abszolút fényességének (az a fényesség, amelyet a csillag akkor mutatna, ha 10 parsec távolságban lenne tőlünk; egy parsec = 3,26 fényév) és színeképtípusának, illetve hőmérsékletének összefüggéseit 1908-ban Hertzsprung (1873–1967) holland, 1910-ben Russel (1877–1957) amerikai csillagász ismerték fel. A róluk elnevezett **Hertzsprung–Russel-diagram** vízszintes tengelyén a színeképosztályt és az ezzel összefüggő hőmérsékletet (Kelvinben), a függőleges tengelyen pedig a csillagok abszolút fényességét (magnitúdóban) tüntették fel. A csillagok megoszlása nem véletlenszerű, hanem az ún. ágak mentén csoportosulnak. Jelentős többségük a főágban van. Ezen fent a nagy tömegű, igen fényes kékesfehér csillagok, középtájon a Naphoz hasonló sárga csillagok, jobbra lent a vörös törpék helyezkednek el. A főágtól jobbra felül az óriás (vörös óriás csillagok) és a szuperóriás csillagok (óriáság), a főág alatt baloldalon a fehér törpe csillagok vannak.



2. ábra. A Hertzsprung–Russel-diagram

2.2. Csillagrendszerek

A Tejútrendszer csillagainak legalább fele kettős vagy többszörös rendszer tagja.

A **kettős csillagok** közötti kölcsönös gravitációs vonzásból következően közös tömegpont körül keringenek. Vannak **vizuális** (távcsővel megkülönböztethető), **fedési** (az egyik csillag mozgása közben időszakonként eltakarja a másikat) és **spektroszkópiai kettősök** (még nagyobb távcsövekben sem bomlanak csillagra, két egymásra rakódott színeképvonalaik eltolódásából következtetnek kettős voltaikra).

A **csillaghalmazok** két csoportja a **nyílt-** és a **gömbhalmazoké**. Dinamikai okokból a csillaghalmazok élettartama korlátozott. A nyíltak kb. 100 millió, de legkésőbb 3 milliárd év alatt teljesen szétszóródnak. A gömbhalmazok az előbbieknél öregebbek, koruk meghaladhatja a 10 milliárd évet. A **nyílthalmazok** legalább tíz, de legfeljebb néhány ezer csillagból állnak. Ilyen például a Fiastyúk (Plejádok), amelynek csillagai részben már szabad szemmel is láthatók. A Tejútrendszerben kb. 15 ezer nyílthalmaz van, főként annak szimmetriasíkjában. Átmérőjük leggyakrabban 3-4 parsec, a legnagyobbaké elérheti a 20 parsecet.

A **gömbhalmazok** átlagos átmérője 50 parsec, és 5 ezer és 1 millió, más forrás (SH atlasz Csillagászat – 1992) szerint 50 ezer és 50 millió közötti csillag alkotja azokat. Azért nehéz megállapítani a bennük lévő csillagok számát, mert a legsűrűbb központi részeik még a legfényerősebb távcsővel sem bomlanak fel teljesen csillagokra. Messzebb vannak tőlünk, mint akár a nyílthalmazok, akár az asszociációk. A halo tagjai.

A **csillagtársulásokat** (csillagasszociációk) egymáshoz közel levő, hasonló fizikai sajátosságú, néhány száz fiatal csillag alkotja, amelyeket a gravitáció nem képes összetartani, ezért hamar szétesnek. Átmérőjük többnyire 30–200 parsec közötti.

2.3. A változó csillagok

Fényességüket időnként megváltoztatják. **Csoportjaik:** szabályos és szabálytalan változók.

A **szabályos változók** fényességüket periodikusan változtatják. Közülük azokat, amelyek fényességváltozásainak oka átmérőjük időszakszerű megváltoztatása (felfúvódnak–összehúzódnak), **pulzálóknak** nevezik. A szabályos változók különleges csoportját alkotják a **pulzárak** (1967-ben fedezték fel az elsőt Cambridge-ben). Ezek néhány századmásodperc és 4 perc közötti periódusokban bocsátanak ki rádióhullámokat. A pulzárak valószínűleg a szupernóva-robbanás helyén visszamaradó igen nagy sűrűségű csillagok (neutroncsillagok).

A **szabálytalan változókhoz** a **fler** (kialakulóban lévő, még nem stabilizálódott csillag), a **nóva** (fényessége igen rövid idő alatt az eredeti érték több ezerszeresére, esetleg több tízezerszeresére nő; gázhéjat dob le magáról) és a **szupernóva** csillagok tartoznak. Az utóbbiak kitörése igen intenzív, fényességük növekedése is jelentősebb (tíz-milliárdszorosa, esetenként százmilliárdszorosa az eredetinek) a nóvákéknál. Valószínűleg a csillag összeomlása-kor következik be ez a hihetetlen erejű robbanás, amelynek alkalmával energiakészletük jelentős részét kisugározzák. A Tejútrendszerben 1006-ban, 1054-ben (az akkor felrobbant szupernóva helyén a Rák-köd van), 1572-ben, 1604-ben figyeltek meg szupernóvarobbanást.

2.4. A csillagközi (intersztelláris) anyag

A Tejútrendszer tömegének kb. 5%-a csillagközi (intersztelláris) anyagként van jelen. Kémiai összetétele a csillagokéhoz hasonlít, 99%-ban gázból (leggyakrabban hidrogén és hélium), 1%-ban porból áll. **Típusai a következők:**

- A szorosabb értelemben vett csillagközi anyag, a **csillagok körüli**, igen kis sűrűségű gáz- és porrég.
- A **sötét felhők** az előbbinél nagyobb sűrűségű, főként porfelhők, amelyek legyengítik a mögöttük elhelyezkedő csillagok fényét.
- A **diffúz ködök** fényes csillagok, illetve csillagcsoportok környezetében megfigyelhető fénylő ködök. Ilyen például a Fiastyúkba beágyazódó köd.
- A **planetáris ködök** a világító ködök speciális csoportját alkotják. Folytonosan táguló, héjszerűen felépülő, kerek, korong alakú gázfelhők. Ilyen például a Lyra-gyűrűsköd.

3. Extragalaxisok, galaxishalmazok

Extragalaxisok a Tejútrendszeren kívüli, ahhoz hasonló csillagrendszerek. Vannak közöttük elliptikus, spirális és szabálytalan alakúak. A Tejútrendszerhez legközelebbi extragalaxisok az **Androméda-köd**, illetve a **Kis és a Nagy Magellán-felhők**.

Az extragalaxisok csoportjai a **galaxishalmazok**. A Tejútrendszeren kívüli csillagrendszerek igen nagy sebességgel távolodnak tőlünk.

4. A Naprendszer

Földünk egy nagyobb organizációs szintnek, a Naprendszernek harmadik bolygója. E rendszer tagjainak pályáit a Nap szabja meg. Tehát a Naprendszer kozmikus környezetünknek az a tere, amelyben a Nap gravitációs ereje a meghatározó. Ennek a gravitációs térnek a sugara kb. 1,5 fényév.

A **Naprendszer tagjai**: a Nap, a 8 nagybolygó és azoknak a holdjai (jelenleg 62 db ismert), a kb. 100 ezer kisbolygó, az üstökösök, a meteorok, valamint a bolygóközi vagy interplanetáris anyag.

4.1. A Nap általános tulajdonságai

A Naprendszer központi égitestje, a sárga csillagok csoportjába tartozik. **Izzó gázgömb**, amelyben az anyagok plazmaállapotban vannak. Felülete ezért nem határolódik el élesen a környezetétől, és ezért nem merev testként forog (tengely körüli forgása direkt irányú). Egyenlítője mentén gyorsabb a forgása, mint a sarkoknál. **Kémiai összetétele**: kb. 80% hidrogén és megközelítően 20% hélium. A többi elem (összesen 67 féle – így például a nátrium (Na), a kalcium (Ca), a vas (Fe) –) csak nyomokban fordul elő benne. A Naprendszer összes anyagának 99,87%-a a Napban összpontosul. **Átmérője** 1,4 millió km, amely 110 földátmérőnek felel meg. **Tömege** 333 ezerszerese, **térfogata** 1,3 milliószorosa, **sűrűsége** egynegyede a Földének. Központjában a **hőmérséklet** valószínűleg 10 és 20 millió K közötti, felszínén pedig 5800 K.

4.2. A Nap szerkezete

A Nap **két fő részre tagolódik**. A fotoszféra alatti tartományokra – amelyek a csillag belsejét adják – és az a felett levőkre, amelyet a Nap légkörének neveznek.

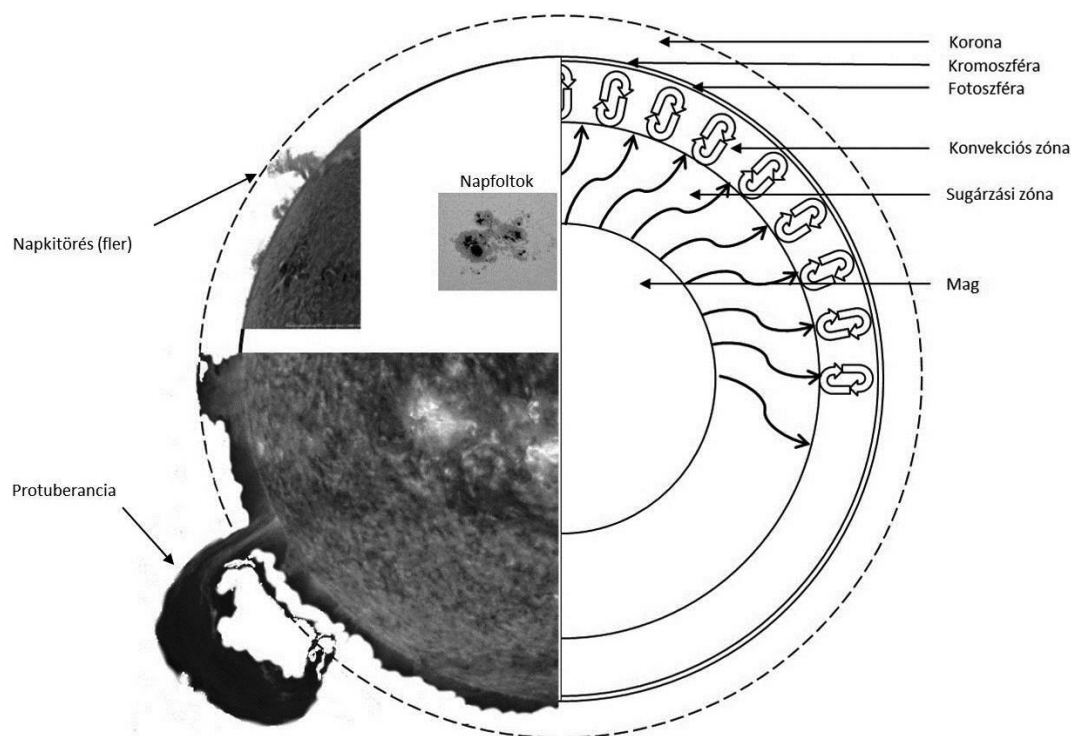
A Nap **belsejének** részei a **centrális mag**, a **röntgensugárzási** és a **konvektív zóna**.

A **centrális magban** mennek végbe az energiatermelő magfúziós (négy hidrogén atommagból – protonból – egy hélium atommag képződik) folyamatok. A létrejövő hélium atommag 0,03 atomsúlyegységgel kisebb tömegű, mint a négy hidrogén atommag. A tömegfelesleg alakul energiává. A **röntgensugárzási zóna** továbbítja a magban keletkező energiát ($3,86 \times 10^{26}$ J energia másodpercenként) a külső részek felé. A **konvektív zónában** már konvekcióval, vagyis áramlással jut az energia a Nap felszínéig, a **fotoszféráig**. Ez már a naplégkör legbelső tartománya. Vastagsága kb. 400 km, átlag hőmérséklete 5800 K. A benne áramló rövid életű (kb. 10 perc), állandóan mozgó, változó, újra képződő **szemcsék** (granulák) szállítják az energiát a felszínre, tehát ezek felszálló konvektív elemek. A **napfoltok** ugyancsak a fotoszféra jelenségei. Élettartamuk hosszabb a granuláénál (átlagosan kb. 1 hét), és általában nagy kiterjedésűek (átlagosan 10 000 km az átmérőjük). A környezetüknél mintegy 1000 K-nel alacsonyabb hőmérsékletű, és ezért sötétebb belső **umbrára** és az a körül lévő világosabb **penumbrára** tagolódnak. A napfoltok foltcsoportokká állnak össze. Számuk és területük szabályos időközönként változik, napfoltminimumok és maximumok váltják egymást. A két minimum közötti idő a **napfoltciklus**, amelynek átlagos hossza 11,2 év. A **napfáklyák** a napfoltok közelében láthatók, környezetüknél pár száz K-nel magasabb hőmérsékletű, és ezért világosabb, szabálytalan alakú felhőszerű képződmények.

A fotoszféra fölött elhelyezkedő **kromoszférán** és a **koronarészen** a fény áthalad, és ezért szabad szemmel csak teljes napfogyatkozáskor válnak láthatóvá. Az igen ritka (sűrűsége százezred része a fotoszféráénak) **kromoszféra** kb. 10 000 km vastag, vörös színű, hőmérséklete kb. 10 000 K. Jellegzetes képződményei a **protuberanciák**, az ív alakú, viszonylag sűrű, még a kromoszférán is túlra kinyúló „lángnyelvek”. Ismerünk **nyugodt** és gyors változásokat mutató **aktív (eruptív) protuberanciákat**. Keletkezésükben a Nap mágneses terének van szerepe.

A **flerek** (ismertebb nevük napkitörés) a naptevékenység legfontosabb jelenségei. Kis területen a kitörés alkalmával óriási energiamennyiség szabadul fel. Ilyenkor jelentősen megnő a Nap rádió-, röntgen- és ultraibolya-sugárzása. Sarki fény jelenik meg, zavar keletkezik a rádió-összeköttetésben. Keletkezésük oka még nem teljesen tisztázott.

A kromoszféránál is ezerszer kisebb sűrűségű, igen magas hőmérsékletű (1-2 millió K), változó alakú, szabad szemmel csak teljes napfogyatkozáskor látható **napkorona**, a Nap legkülső gázrétege. Ez folyamatosan megy át a bolygóközi anyagba.



3. ábra. A Nap belső felépítése vázlatosan

A **Nap sugárzása** elektromágneses, korpuzkuláris és kozmikus sugárzás. Legnagyobb része **elektromágneses sugárzás**, amely a legrövidebb gammasugaraktól kezdve a leghosszabb rádiósugarakig magába foglalja a röntgen-, az ultraibolya, a látható fény- és az infravörös sugarakat. Ezek a hullámmozgás törvényei szerint terjednek, legnagyobb részüket a légkör nagy magasságban elnyeli. A **korpuzkuláris sugárzás** protonokból, elektronokból, neutronokból, α -részecskékből stb. tevődik össze. A részecskék elsősorban az eruptív protuberanciák és a napkitörések alkalmával lökődnek ki a Napból és jutnak a bolygóközi térbe. Ez a sugárzás a **napszél**.

A **kozmosz sugárzást** igen nagy sebességű és energiájú elemi anyagi részecskék alkotják.

A naptevékenység földi hatását a jegyzet IV. és V. fejezete tartalmazza.

OLVASNIVALÓ

Napmítoszok, napistenek

A Napról az emberiségnek jó ideig nem voltak tudományos ismeretei – nem csoda, hogy a régi ember leborulva imádta ezt az égitestet. Ám megnyilvánulásai néha rettegést keltettek eleinkben, például az a jelenség, hogy a fénye a nappal valamelyik órájában lassanként kialudt. A napfogyatkozás és hasonló baljós dolgok magyarázatára bonyolult mítoszok születtek.

A *sumérok*, majd a *babiloniaiak*, de jórészt a nyugatabbi sémi népek is gyakorolták a napkultust. [...] A sumérok (az i. e. IV. évezredtől a III. évezred végéig Mezopotámiában éltek) – isteneknek világát – ember formájú, de halhatatlan, földi ember számára láthatatlan és emberfeletti hatalmú lények népesítették be. A teremtő istenek mellett három égi istenséget tartottak számon: Nanna volt a Hold, Utu a Nap istene, Inanna pedig az eget és a szerelem, a nemzés és a hadakozás úrnője. A *babiloniaiaknak*, akik a sumérok, illetve sumérokra telepedő, birodalomépítő

akkádoknak az örökébe léptek, Samas volt az egyik legfontosabb istenük: őt tartották a Nap megtestesítőjének és az igazságosság őrének.

Az *egyiptomi vallásban*, amely az i. e. IV. évezredtől a kereszténység győzelméig volt eleven, az Amonnak, Rének vagy Atumnak nevezett napisten volt a kozmikus renddel társított istenek királya. Rében – akit sólyomfejű emberalakként képzeltek el – a világ teremtetőjét tisztelték. Két jelképe (attribútuma), a napkorong meg az obeliszk. A kultusznak Héliopolisz („Napváros”) volt a központja. A város akkor tett szert igazi stratégiai jelentőségre, amikor a Ré-hitet államvallássá emelték. Az i. e. 13. században IV. Amenhotep (Ehnaton) a már korábban Rével azonosított Amon kultuszának helyébe az egyetlen isten, a napkorong formájában megjelenített Aton vallását állította. Ő volt az élet fenntartója, aki Egyiptomról, sőt az egész világról gondoskodik. [...] Nagy tekintélyű isten volt Hórusz is, úgy tartották, a Nap az ő jobb szeme.

A *görög mitológiában* Héliosz volt a napisten, Szelénének, a Hold istennőjének és Éósznak, a Hajnal istennőjének fivére. Héliosz mindennap áthajt az égbolton arany szekeren, fényével egyformán ajándékozva meg embereket és isteneket. [...] Hélioszt az egész görög világ imádta: számos templomot emeltek tiszteletére, az egyik legnevezetesebbet Korinthusban. [...] Az ókori világ hét csodájának egyike, a rhodoszi kolosszus is Hélioszt ábrázolta. Szerepét később a fényes-séges Apollón vette át.

Az *azték vallásban* (államuk a mai Mexikó területén volt a 13–16. század között) a mindennapi életet irányító nagyszámú istenek közül az egyik legfontosabb Huitzilopochtli, a Nap meg a háború istene volt. [...] Gyakran kolibrimadárként ábrázolták, vagy olyan harcosként, akinek vértetét csupa kolibritoll alkotja.

Az *inkák* (a népnév jelentése „a Nap fiai”) a 15. sz. közepétől hatalmas birodalom urai voltak Dél-Amerika nyugati részén. *Vallásukban* központi helyet foglalt el az ősatyjuknak tekintett napisten, Inti.

A *szlávok* is gyakorolták a napkultuszt. Valószínű, hogy némelyik fontos istenük a Nap valamelyik arculatát személyesítette meg. Ilyen volt például Jarilo (a ragyogó nap), Ivan Kupalo (a leáldozó nap), Szvarog (a tűz), valamint Szimargl (a Napmadár). Szvarogot feltehetőleg minden szláv nép imádta, sőt az istenek fejedelmét tisztelték benne.

Forrás: CAVENDISH, M. (1999): Enciklopédia – Amit a Napról és a napfogyatkozásról tudni kell. *Tudás Fája*, különszám, 18–19.

4.3. A Naprendszer bolygoi

A nyolc nagybolygó több szempont szerint csoportosítható, így a Földhöz viszonyított helyzetük (Földpályán belüliek – Merkúr, Vénusz – és kívüliek), átlagos sűrűségük alapján, valamint a Naptól való távolságuk figyelembevételével. **Sűrűségük szerint** vannak **Föld-típusúak** (Merkúr, Vénusz, Föld, Mars) és **Jupiter-típusúak** (Jupiter, Szaturnusz, Uránusz, Neptunusz). Az előbbieket kisebb tömegű és nagyobb sűrűségű, az utóbbiak pedig nagyobb tömegű és térfogatú, továbbá kisebb sűrűségű bolygók. A bolygók Naptól való távolsága összefügg felszínük hőmérsékletével. A Naphoz legközelebb keringő Merkúr a **forró övezet** bolygója. A **mérsékelt zónában** a Vénusz, a Föld és a Mars, a **hideg övezetben** pedig a Jupiter, a Szaturnusz, az Uránusz, a Neptunusz bolygók végzik mozgásukat.

A **Merkúr** rendkívül ritka légkörében valószínűleg a hélium a leggyakoribb gáz. Éjszakai és nappali oldala között igen nagy a hőmérséklet-különbség. Felszínét kráterek borítják, amelyeket az űrszondák felvételei tártak fel. Szabad szemmel igen ritkán látható.

A **Vénusz** azért kapta a közismert Esthajnalcillag nevet, mert az igen fényes, ezüstös égitest könnyen felfedezhető az égbolton mind alkonyatkor (az égbolt nyugati részén), mind napkelte előtt (az égbolt keleti részén). Fényessége egyrészt a Naphoz való közelségéből, másrészt átlátszatlan, fehér felhőzetének nagy fényvisszaverő képességéből (albedo) következik. Nevét a szépség és a szerelem ókori istennőjéről kapta. Légköre 96%-ban szén-dioxidot, 3,5%-ban nitrogént, 0,1%-ban vízgőzt, nyomokban kén-dioxidot, molekuláris oxigént, héliumot stb. tartalmaz.

A Vénusz légkörében az „üvegházhatás” a magas széndioxid-mennyiség következtében oly erős, hogy felszíni hőmérséklete éjjel-nappal 455–475 °C közötti. Vastag felhőzete spirális sávokra tagolódik.

A **Mars** felszínét vas-oxid tartalmú, vöröses homok fedi, ezért a Földről szabad szemmel is vörös színűnek látszik. **Légköre** igen ritka, főként szén-dioxidból áll. Tartalmaz kevés nitrogént (kb. 3%), vízgőzt, oxigént, nemes gázokat stb. is. Középhőmérséklete a Földénél jóval alacsonyabb. A Marson előfordulnak +13 °C-os, illetve +24 °C-os hőmérsékletek (ezek az űrszondák által eddig mért legmagasabb értékek), de a 0 °C alatti értékek a legjellemzőbbek rá. Ezen a bolygón jelentős a napi hőingadozás is. Légkörének legfeltűnőbb folyamatai a porviharok. Abszolút vízgőztartalma kevés. Felszínén a víz csak szilárd halmazállapotban fordul elő. Felszín alatti vízkészletére jelenleg csak közvetett bizonyítékok vannak. A Mars felszínén kráterek, szakadékok, hasadékok, csatornák (medrek), vulkánok és szél által kialakított (eolikus) formák figyelhetők meg.

A **kisbolygók** (aszteroidák) főként a Mars és a Jupiter között keringenek. Eloszlásuk egyenlőtlen. Össztömegük kb. a Marssal azonos méretű égitestnek felel meg. Egyenkénti kis tömegük miatt légkörük nincs. Keletkezésükre vonatkozóan több magyarázat ismert. Ma az a leginkább elfogadott, miszerint a Mars és a Jupiter közötti sávban létrejött szilárd anyagok a Jupiter hatására gyakran ütközve egymással, nem tudtak nagyobb bolygóvá tömörülni.

A **Jupiter** a Naprendszer legnagyobb bolygója. Vastag, sűrű légkörének összetétele hasonló a Napéhoz (kb. 84% hidrogén, 15% hélium, 1% metán, ammónia, víz, szén-monoxid stb.). Átlagsűrűsége igen kicsi. Felhőtakarója sávos szerkezetű. Legnagyobb **légköri örvénye** a „Nagy vörös folt”-nak nevezett ovális formájú, mintegy 40000 km (nagyobbik átmérőjének hossza) kiterjedésű képződmény. Felhőtakarójának felső részében a hőmérséklet –145, illetve –137 °C, amely a felszín felé haladva nagy valószínűséggel egyre emelkedik. A Jupiter **több energiát sugároz ki**, mint amennyit a Naptól kap. Ennek okát még nem ismerik pontosan a kutatók.

A **Szaturnusz** belső felépítése hasonlóan tűnik a Jupiteréhez. A leglapultabb és a legritkább anyagú bolygó. Ennek légkörében is világosabb és sötétebb sávok, övek váltakozása ismerhető fel. A Szaturnusz szintén több hőenergiát bocsát ki, mint amennyi a Naptól a felszínére érkezik. Látványossága a vékony **gyűrűrendszer**, amely azonban nem kivételes jelenség a Naprendszerben. A Voyager-űrszonda felvételein jól látszanak a különböző szélességű, világos és sötét gyűrűk ezrei, amelyek csoportokat, alcsoportokat képeznek. A gyűrűk igen eltérő méretű (0,001 mm-es a legkisebb, 10 m-es a legnagyobb) részecskékből, elsősorban jégkristályokkal borított porszerű szemcsékből és jégből állnak. Jelenleg még nincs egyértelmű magyarázat a gyűrűk képződésére. Egyes kutatók szerint nagyobb testek feldarabolódásából jöttek létre, mások szerint a protoplanetáris ködből származó olyan részecskék, amelyek nem állhattak össze holddá (GÁBRIS GY. 1996). A Szaturnusz-holdak (jelenleg 18 ismert) egyikének, a Titánnak van légköre (a Naprendszer összes holdja közül egyedül csak ennek!), amely 99%-ban nitrogénből áll, felhőzete pedig metánból.

Az **Uránusz** a 18. század vége óta ismert. Igen gyorsan forog tengelye körül, amely tengely a pálya síkjával 8°-os szöget alkot, tehát majdnem a pálya síkjában van. Légköre az újabb bolygókutatások alapján hidrogénből és mintegy 12%-nyi héliumból tevődik össze. A Voyager-2-űrszonda adatai alapján gyűrűrendszere 11 vékonyabb gyűrűből áll, holdjainak száma a szonda által felfedezett 10 kisebb holddal együtt 15-re emelkedett.

A **Neptunusz** és a **Plútó** felfedezésének története az I. 1. fejezetben olvasható. A Földtől való nagy távolságuk miatt tulajdonságaik az előbb jellemzetteknél kevésbé ismertek. A **Neptunusz** légkörét spektroszkópiailag igazolták. Összetétele nagyobb metántartalommal ugyan, de a Jupiteréhez hasonlít. A Voyager-2 megfigyelései szerint ennek is van gyűrűrendszere. 1989-ben, az addig ismert kettőn kívül további hat kis holdról küldött információkat az űrszonda. A **Plútót** 2006. augusztus 24-ig a Naprendszer kilencedik, legkisebb bolygójaként tartották számon, ma viszont törpebolygónak számít. Valószínűleg eljegesedett tájra emlékeztet, számított felszíni hőmérsékleti értéke –220 °C körüli. Kis tömege miatt sokáig légkör nélkülinek tartották, újabban döntően metánból álló légkört fedeztek fel rajta.

4.4. A bolygók holdjai

A Merkúr és a Vénusz kivételével minden más nagybolygó körül kering változó számú mellék bolygó (hold). Többségük direkt irányban végzi mind a forgó, mind a keringő mozgását. A belső bolygók holdjai főleg kőzetekből állnak, a Jupiteré a kőzetek mellett vízjégből, a Szaturnuszé pedig már döntően jégből. A holdak felszínén elsősorban becsapódásokból származó felszínformák fordulnak elő. Az Ió holdon (Jupiteré) aktív vulkáni tevékenység van. A holdak, mint azt már az előzőekben jeleztük, légkör nélküliek (kivételek a Titán).

4.4.1. A Hold általános tulajdonságai

Átmérője 3476 km, felszíne 38 millió km² (a földfelszín 7,4%-a), tömege a Földének 1,2%-a, nehézségi gyorsulása bolygónkének hatoda (16,6%-a). Ebből következően az a test, amelynek súlya a Földön 100 N, az a Holdon csak 16,6 N súlyú. A Földtől való átlagos távolsága 384 000 km. Bolygónk körül 1 km/s sebességgel kering, útját 27,3 nap alatt teszi meg (ez a sziderikus hónap). Mivel ez megegyezik tengelyforgási idejével, ezért a Földről mindig ugyanazt az oldalát látjuk. Pályasíkja az ekliptika síkjával 5°-os szöget zár be. Légköre, mágneses erőtere nincs. A légkör hiányában a napfény nem szóródik, ezért a Holdról az ég feketének látszik. Felszíni **hőmérsékletének** szélső értékei: -134 °C és +160 °C. **Kora** a Földével azonos. **Kőzeteinek** típusait, összetételét közvetlen vizsgálatokkal állapították meg. Többségük bazaltos összetételű, valószínűleg hígabb magmából dermedtek meg. A kőzetekben üregeket (amelyek feltehetően a lehűléskor távozó gázoktól erednek), üvegrészecskéket (meteor becsapódáskor megolvadt kőzet) találtak. A **holdkőzetek** csoportjai: a buborékos, kristályos, magmatikus töredékek, a holdpor és a breccsák. Legtipikusabb **felszínformái** a következők: a nagyméretű becsapódás által létrejött **medencék**, a kisebb becsapódások révén képződött **kráterek**, ezek peremén húzódó **hegységgyűrűk** és **hegységívek**, valamint endogén eredetű **tűzhányókráterek** és **lávatakarók**. Az aktív vulkanizmus valószínűleg már egymilliárd éve megszűnt.

4.4.1.1. A Hold fényváltozásai

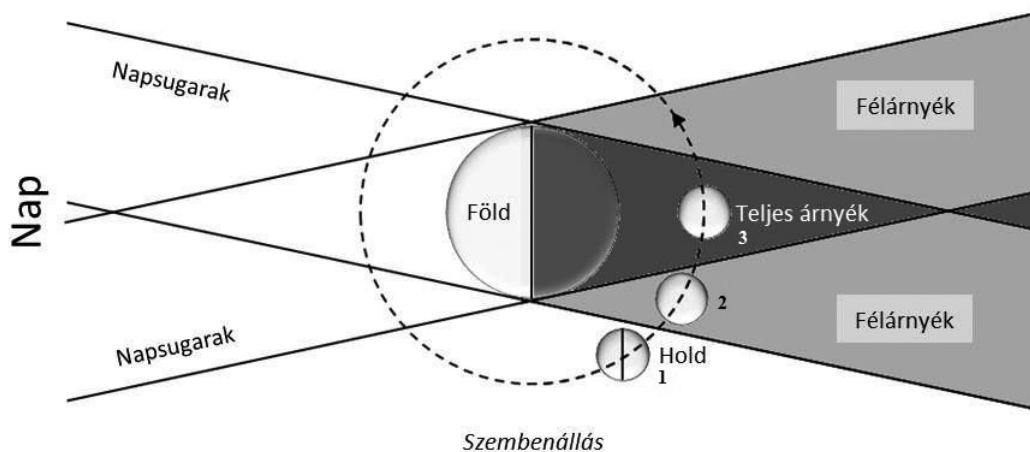
A Hold mozgása közben állandóan változik a Föld, a Hold és a Nap kölcsönös helyzete.

Amikor a Hold és a Nap **szemben áll** (oppozíció) **egymással** az égbolton, akkor a Nap, a Föld és a Hold (ilyen sorrendben) megközelítőleg egy egyenesbe esik. Ezért a Holdnak a Nap felé néző oldala egyben a Föld felé is néz. Ekkor a Hold teljes felénk forduló oldala fényes és látható. Ezt nevezik **holdtöltének** (telihold). Egy hét elteltével a Hold 90°-kal továbbjut pályáján. Ekkor a Nap a Hold Föld felé forduló részének csak a felét világítja meg. Ilyenkor van az **utolsó negyed**, amelyben a Hold alakja C betűre emlékeztet (csökken). A pályáján továbbhaladva egyre kisebb része lesz látható. Amikor a Hold **együttállásba** (konjunkció) kerül a Nappal, akkor teljesen eltűnik előlünk, hiszen a tőlünk elforduló része lesz világos. Ekkor van **újhold**. Ilyenkor a Nap, a Hold és a Föld a közölt sorrendben kerül egy egyenesbe. Ezután ismét megjelenik egy vékony holdsarló az égen, amely egyre nagyobb lesz, alakja D betűhöz hasonlít (dagad). Ekkor van az **első negyed**. További egy hét múlva ismét a telihold világít.

4.5. A fogyatkozások

Akkor következnek be, ha a Föld és a Hold keringésük közben egymás árnyékába kerülnek, és a Nap, a Föld és a Hold egy vonalban vannak.

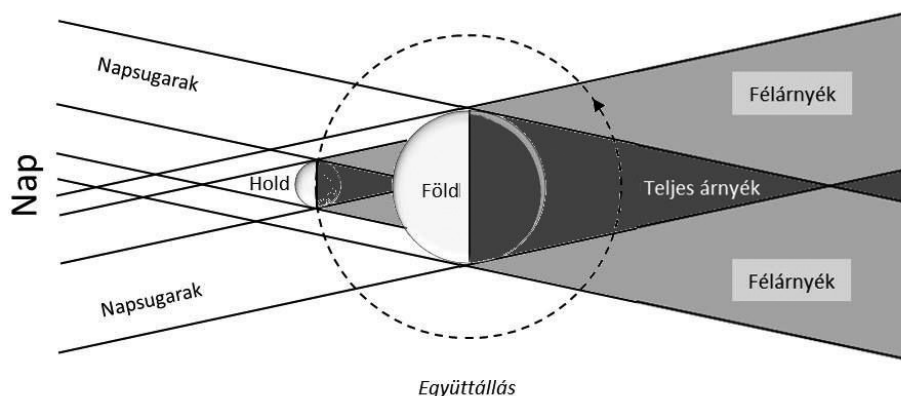
A **holdfogyatkozást** a Föld árnyéka okozza, tehát akkor észlelhető, amikor a Hold áthalad a földárnyékon. Csak holdtölte idején fordulhat elő. Ez a jelenség nagyobb területről figyelhető meg, mint a napfogyatkozás. A Föld teljes árnyéka nem egészen sötét, ezért a Hold **teljes fogyatkozáskor** is csak ritkán tűnik el teljesen. A holdfogyatkozás elsötétülésének mértéke a Föld légköri viszonyaitól függ. **Részleges holdfogyatkozás** akkor van, amikor a Hold fokozatosan lép be a Föld teljes árnyékába, és egyre nagyobb része sötétül el.



4. ábra. A holdfogyatkozás vázlatosan. 1. Hold a Föld félárnyékában; 2. Részleges holdfogyatkozás; 3. Teljes holdfogyatkozás.

Napfogyatkozáskor a Hold kerül a Föld és a Nap közé. Ilyenkor a Napot a Hold részben vagy egészen eltakarja. Ez a jelenség csak újholdkor következhet be. Ilyenkor a Hold árnyéka rávetődik a Földre. A **napfogyatkozások típusai**: részleges, teljes és gyűrűs. **Részleges fogyatkozás**kor a Hold a napkorongot csak részben, **teljes fogyatkozás**kor az egész napkorongot eltakarja. A Föld felszínén a teljes árnyék kúpjának az átmérője kb. 200 km, ezért ez a jelenség csak igen korlátozott területről figyelhető meg. A második évezred utolsó teljes napfogyatkozása 1999. augusztus 11-én következett be. Ez hazánk területén mindenhol megfigyelhető volt. Egy 112 km-es sávban teljes, az ország többi részén legalább 94%-os mértékű részleges fogyatkozásként.

Gyűrűs napfogyatkozás akkor alakul ki, ha a Hold az átlagosnál távolabb van a Földtől. Ilyenkor a Hold árnyék-kúpjának csúcsa nem éri el bolygónk felszínét, és a napkorong egy gyűrű alakú része fedetlen marad.



5. ábra. A napfogyatkozás kialakulása vázlatosan

4.6. Az üstökösök

Az ókorban és a középkorban bajt hozó égitesteknek tartották az üstökösöket. Régi neveik – „Isten virgácsai”, „csóvás csillagok” – részben utalnak erre. Többségük hosszan elnyúlt ellipszis alakú pályán, esetleg parabola-, illetve hiperbolapályán, a Naprendszer külső tartományában kering. Akkor válnak láthatóvá, amikor keringésük során a Jupiter pályáján belülre kerülnek. Legrégibb óta a Halley-üstökös ismert. (Halley csillagász számította ki ennek a pályáját, amely 76 éves periódusú megnyúlt ellipszis. Később nevezték el róla az üstököst.)

Az **üstökösök felépítése** a következő: a fejrész belsejében lévő **mag**, amelyet gázok (például ammónia, metán, cián (C_2N_2) és víz jegébe fagyott különböző méretű kőzetdarabok és porrészecskék alkotnak. Ezek az ütközések és a napsugarak hatására egyrészt kisebb darabokra esnek szét, másrészt elpárolognak. Így jön létre a mag körül a **kóma (üstök)**, amely tehát por- és kőzetszemcsékkel keveredett gázfelhő. Átmérője 10 ezer és 100 ezer km közötti. A Nap közelében a napszél a kómáról elragadott gázrészecskéket a Nappal ellentétes irányba löki. Az így kialakuló **csóva** hossza 100 millió km is lehet (esetenként még ennél is több).

Az **üstökösök** hajlamosak a szétesésre, amelynek sebessége egyrészt belső szerkezetüktől, másrészt attól függ, hogy perihélium-átmenetkor mennyire kerülnek közel a Naphoz.

4.7. A meteorok

A népnyelv által **hullócsillagnak** nevezett meteorok az üstökösökhöz hasonlóan igen régóta ismertek. A **meteor** az égbolton megfigyelhető fényjelenség, a **meteorit** a bolygónk légterébe behatoló és adott körülmények között a földfelszínre érő test. Eredetük különböző. Van, amely üstökös széteséséből származik, van, amely a kisbolygók rendszerével, illetve az interplanetáris anyaggal függ össze. A **meteorok** méretét és tömegét nehéz megbecsülni. A bolygónkat naponta elérő meteoritikus anyag össztömege kb. ezer és tízezer tonna közötti mennyiség. Számuk jelentős, megjelenésük napszakos és éves periódusú ingadozást mutat. Az évente visszatérő **meteorrajoknál** óránként 100, vagy ennél is több objektum figyelhető meg az égbolton. Nevük annak a csillagképnek latin nevét viseli, amelyben a kisugárzási pont van. Például: Perzeidák (népi neve: Lőrinc könnyei), Leonidák. (Az előbbieket augusztus 11-e táján 3-4 napig tartó maximummal, az utóbbiakat november első felében figyelhetjük meg).

Valószínű, hogy a meteoritok mozgási energiájának egy része az elpárolgott atomokat ionizálja, így azok időlegesen elvesztik elektronjaikat. Az atommagok és az elektronok újraegyesülésekor létrejövő rekombinációs sugárzásból adódik a **meteorok fénye**.

Anyagi összetételük alapján lehetnek kő-, vas-, szulfid- és üvegmeteoritok (tektitek). A szenes alapúak a **kondritok**, amelyekben szerves molekulák, többek között aminosavak is vannak.

A Földre lejutó nagy tömegű meteordarabok, sokszor jelentős méretű sebet ejtenek a felszínen. A legnagyobb méretű meteorkrátereket **asztroblémáknak** (csillagsebeknek) nevezik.

4.8. A bolygóközi (interplanetáris) anyag

A Naprendszer térségében levő gázmolekulákból és parányi porszemekből álló anyag. Sűrűsége az ekliptika síkjában a legnagyobb.

5. A Föld mint égitest

5.1. A Föld leglényegesebb adatai tájékoztatásul

A Föld felszíne 510,2 millió km²

A Föld térfogata 1083 milliárd km³

A Föld közepes sűrűsége 5,515 g/cm³

Az Egyenlítő hossza 40076,692 km

Egy délkör hossza 40009,153 km

A Föld sugara:

Az egyenlítői sugár hossza 6378,137 km

A sarki sugár hossza 6356,752 km

A közepes sugár hossza 6371 km

5.2. A Föld alakja és annak következményei

A Föld alakjáról az **ókori népek** csaknem azonos nézeteket vallottak. A Földet olyan **korong**, illetve tányér **alakúnak** vélték, amelynek szélei érintkeznek az égboltozattal.

Az **ókori görög gondolkodók** közül Thalész (i. e. 624–547) és tanítványa Anaximandrosz (i. e. kb. 611–546), valamint Püthagorasz (i. e. 6. század) és tanítványai az égitestek mozgásának, illetve pályájuk alakjának megfigyeléséből egyrészt az égboltozat, másrészt a Föld **gömb alakjára** következtettek.

Arisztotelész (i. e. 384–322) bolygónk **gömb alakjára vonatkozóan** már számos **bizonyítékot** is felsorakoztatott. Ezek a **következők**:

- ◆ Holdfogyatkozáskor a Föld árnyéka körív.
- ◆ Észak felé haladva nő a sarkcsillag delelési magassága, ellenkező irányban pedig csökken. Dél felé menve olyan csillagképek emelkednek a látóhatár fölé, amelyek a kiindulási helyen nem látszanak.
- ◆ Kelet felé utazva ugyanazon csillag delelési idejét korábban észlelik, mint a kiindulási helyen, nyugat felé később.

A felsorolt tapasztalati tények azt igazolják, hogy a Föld észak–déli és kelet–nyugati irányban egyaránt görbült. Olyan test pedig, amely két egymásra merőleges irányban egyenletesen görbül, csak gömb alakú lehet.

Az ókori gondolkodóknak ez a feltevése a középkorban jórészt feledésbe merült. A Föld gömb voltát Kolumbusz annak körülhajózásával akarta igazolni. Ezt a tervet először Magellán valósította meg 1519 és 1522 között.

A 18. században elméleti megfontolások alapján, a Föld alakját **forgási ellipszoidnak** határozták meg. (Ezt a testet úgy származtatjuk, hogy az ellipszist kistengelye körül megpörgetjük.) A tengely körüli forgás következtében a Föld anyagának minden pontjára ható centrifugális erő az Egyenlítő mentén mintegy „széthúzza” bolygónkat. Egyenlítői sugara ezért hosszabb, forgástengelye pedig rövidebb, mint a Földdel azonos tömegű, de tengely körüli forgást nem végző gömbbé. Tehát a gömb alakot a tengely körüli forgásból következően fellépő centrifugális erő módosította forgási ellipszoidra.

A geofizikai mérések, vizsgálatok kimutatták, hogy a Földön a tömegeloszlás egyenlőtlen, amiből következően a nehézségi erő térbeli eloszlása is szabálytalan. Ez vezetett a Föld **geoid alakjának** felismeréséhez, amely forma

nem azonosítható egyik szabályos mértani testtel sem. „A geoid vagy föld alak olyan test, amelynek felszíne – közepes tengerszintnek megfelelő magasságban – mindenütt merőleges az adott helyen ható nehézségi erőre.”⁴

Az egyre pontosabb földi mérések és a mesterséges holdakkal való észlelések alapján Földünk alakja leginkább egy körtéhez hasonlít. Ezért használják újabban a „**körte alakú Föld**” kifejezést (GÁBRIS Gy. 1996).

A csillagászati földrajzban, így ebben a jegyzetben is a Földet gömb alakúnak tekintjük. **Alakjának következményeit**, amelynek felsorolása alább olvasható, ugyanis nem befolyásolja a gömb és a geoid közti kis különbség.

- ♦ A Nap sugarai a gömb alakú Földet különböző földrajzi szélességeken más-más hajlásszögben érik, ezért a **felszín felmelegedésének mértéke is különböző**. Az Egyenlítő térségében a legerősebb, a sarkokéban a leggyengébb. Ez eredményezte a **szoláris éghajlati övezetek** (a forró, a mérsékelt és a hideg) kialakulását. Ebből következik a természetes növénytakaró, a talaj és részben a mezőgazdasági termelés övezetessége.
- ♦ A gömb alak következtében az áramló levegő és a tengervíz a magasabb földrajzi szélességeken összetorlódik. Ennek is szerepe van a **tengeráramlások** és a **szélrendszerek** (passzát, nyugati és sarki szelek) **létrejöttében**.
- ♦ Következmény a **látóhatár** (horizont), annak **kör alakja és növekedése** a tengerszint feletti magassággal. Sík terepen vagy tengeren, ha körülnézünk, minden irányban azonos távolságra látunk. Bizonyos messzeségben a „Föld az éggel összeér”, vagyis a fölöttünk lévő égbolt látszólag eléri és kör alakban bezárja a felszínt. Minél magasabbra kapaszkodunk fel (hegycsúcs, templomtorony, kilátó stb.), annál nagyobb sugarú körrel határolt részt látunk.
- ♦ A gömb alak teszi lehetővé a Föld bármely pontjának megjelölését két adattal, a földrajzi szélességgel (valamely helynek az Egyenlítőtől mért szögtávolsága) és hosszúsággal (valamely helynek a kezdő délkörtől fokokban mért távolsága). Az előbbiek az Egyenlítővel (ez a 0° szélességi kör) párhuzamosan futnak, attól a két pólusig egyre kisebb gömbi kerületűek. Számozásuk 0°-tól +90°-ig (északi szélességek), illetve –90°-ig (déli szélességek) tart. Az utóbbiak, vagyis a hosszúsági körök (délkör, meridián) a Föld két pólusán átmenő legnagyobb gömbi körök. A kezdő délkör (0°) Greenwich régi csillagvizsgálóján vezet át. Az attól keletre lévőket + jellel, a nyugatra lévőket – jellel látják el.

5.3. A Föld mozgásai

Az égitestek mozgását, így a Földét is két erő határozza meg. Az egyik a **tömegvonzás** (gravitáció), a másik az a **mozgási energia**, amelyre az égitestek keletkezésükkor tettek szert. A bolygókat a Naprendszerben a Nap gravitációja kényszeríti görbült pályára. Ha ez nem érvényesülne, abban az esetben a bolygók és egyéb égi objektumok tehetetlenségüknél fogva egyenes vonalon, egyenletes sebességgel száguldanának. A tömegvonzást a mozgási energia ellensúlyozza. Ha ez nem volna, akkor a gravitáció következtében az égitestek arra zuhannának rá, amelynek gravitációs erőterében mozognak.

A Föld többféle mozgása közül a továbbiakban a két legfontosabbat tárgyaljuk.

5.3.1. A Föld tengely körüli forgása

A Föld **forgástengelye** az északi és a déli sarkot köti össze. Jelenleg nagyjából a Sarkcsillag felé mutat. Ezt könnyű megtalálni az éjszakai égbolton, mert a közismert, jellegzetes alakzatú Göncölszekér csillagkép két hátsó csillagának vonalában van, és elég fényesen ragyog.

Bolygónk forgástengelye az ekliptika (nappálya) síkjával 66,5°-os szöget, az arra merőleges egyenessel pedig 23,5°-os szöget zár be. A Föld oldalról nézve **nyugatról keletre fordul meg** tengelye körül, tehát az óramutató járásával ellentétes (direkt) irányban. **Minden pontja** naponta egy kört fut be azonos szögsebességgel (óránként 15°-ot fordul el), de különböző kerületi (lineáris) sebességgel (ez a gömb alak következménye). Ennek értéke az Egyenlítőn a legnagyobb, attól északra és délre fokozatosan csökken, a sarkokon nulla. A **tengely körüli forgás időtartama**: 23 óra 56 perc 4 másodperc.

Bolygónk forgását fékezi, **lassítja** a Hold és a Nap által keltett dagályhullámok közben érvényre jutó súrlódási erő. A Föld **forgása nem egyenletes**. A változás kis mértékű, néhány százvezred, esetleg néhány ezred másodpercnyi eltolódást jelent. A periódikusan bekövetkező változások oka egyrészt a nagy fajsúlyú földmag elmozdulása, másrészt a hidroszférában és az atmoszférában bekövetkező tömegeltolódás.

4 ENDRÉDI L. (2000): *Földrajzi ismeretek*. Nemzeti Tankönyvkiadó Rt., 60.

A **Föld forgását** Foucault (1819–1868) francia fizikus ismert és híressé vált ingakísérlete 1851-ben **bizonyította**. A másik bizonyíték a nagyobb magasságból szabadon eső testnek a függőlegestől keleti irányban való eltérése. A testek kitérése az Egyenlítőn a legnagyobb, a sarkokon nincs eltérés. Mindkét bizonyíték egyben a forgás következménye is. Az űrhajósok napjainkban már közvetlenül figyelik meg bolygónk tengely körüli forgását.

A **forgás következményei** az előbb említetteken kívül a **következők**:

- ♦ A Föld alakja.
- ♦ Az éggömb látszólagos napi körülfordulása. Ennek során a Sarkcsillagnak, illetve az ég északi pólusának közelében levő csillagok napi mozgásuk közben nem érik el a horizontot, állandóan fölötté mozognak. A jelenség neve cirkumpolaritás, a csillagoké pedig cirkumpoláris csillagok. A többi égitest naponta felkel, delel és lenyugszik.
- ♦ A Nap látszólagos napi mozgása és ezzel összefüggésben a nappalok és az éjszakák váltakozása. Mivel a Földet a Nap világítja meg, így csak az egyik, a Nap irányába forduló felén van nappal, a másikon éjszaka. A légkörben szóródó fény miatt a megvilágítás határa, a terminátorvonal nem éles, hanem elmosódott. Ezért van az, hogy napkeltekor nem hirtelen világosodik ki, napnyugtakor nem azonnal sötétedik be, hanem lassú átmenettel. Ez a szürkület.
- ♦ A Földön a mozgó testeknek eredeti irányukból való kitérése. Az északi félgömbön jobbra, a délin balra térnek ki. A kitérés a sarkokon a legnagyobb, majd az Egyenlítő felé haladva egyre csökken, az Egyenlítőn pedig már nem észlelhető. A jelenség a forgó rendszerekben mozgó testekre ható Coriolis-erővel (ejtése: korioli) – eltérítő erő – magyarázható. Az eltérítő erő miatt jön létre az örvények meghatározott sodrási iránya (például a mérsékelt övezeti ciklonokban a levegő az északi félgömbön direkt irányban forog) is.

5.3.2. A Föld keringése a Nap körül

A földpálya alig megnyúlt ellipszis, amelynek egyik gyújtópontjában van a Nap. Napközben 147 millió km, nap-távolban 152 millió km távolságban van a Föld a Naptól. Átlagos távolsága 149,6 millió km (ez a csillagászati egység, amely a naprendszerben távolságmérési egység, jele CsE). A Föld keringése direkt irányú, időtartama egy év, keringésének átlagos sebessége 29,8 km/s.

Bolygónk forgástengelyének iránya a keringés közben változatlan. Az ekliptika (a földpálya síkjának az éggömbbel alkotott metszészvonala) síkjával $66,5^\circ$ -os szöget, az arra merőleges egyenessel pedig $23,5^\circ$ -os szöget zár be. A Nap az évi látszólagos mozgását az ekliptika mentén végzi. Elhalad a 12 állatövi csillagkép (Kos, Bika, Ikrek, Rák, Oroszlán, Szűz, Mérleg, Skorpió, Nyilas, Bak, Vízöntő, Halak) előtt. A Földről ezt úgy látjuk, mintha az égbolt fordulna körbe.

A Föld tengelyferdesége miatt az égi egyenlítő és az ekliptika síkja $23,5^\circ$ -os szöggel, két pontban, a tavasz- és az őszpontban metszi egymást. A Nap direkt irányú látszólagos keringése közben a tavaszponttól az őszpontig tartó útját az éggömb északi felén, a többi pedig a déli felén teszi meg. A Nap deklinációja (az égi egyenlítőtől való elhajlása) évi mozgása során állandóan változik.

A Nap **március 21-én** az égi Egyenlítőben a **tavaszpontban van**, deklinációja 0° , a földi Egyenlítő felett a zenitben (az égbolt legmagasabb pontja, amelyben a mindenkor álláspontból kiinduló függőleges vonal az égboltot metszi) delel. Ez a **tavaszi napéjegyenlőség** időpontja. Az északi félgömbön ekkor kezdődik a tavasz, a délin pedig az őszi. Ezután a Nap fokozatosan vándorol az északi pólus irányába. **Június 22-én, a nyári napforduló** idején a Ráktérítő felett delel a zenitben, deklinációja ekkor $+23,5^\circ$. Ezután visszaindul az égi Egyenlítő felé, amelyet **szeptember 23-án** az őszpontban ér el. Ez az **őszi napéjegyenlőség** időpontja, az északi félgömbön az őszi kezdete, a délin pedig a tavaszé. Ekkor ismét a földi Egyenlítő felett delel a zenitben, deklinációja ismét 0° . Az őszponttól a tavaszpontig tartó útján – mint azt már jeleztük – az éggömb déli felén halad. **December 22-én, a téli napforduló** idején jut a legtávolabbi az égi Egyenlítő felé. Ekkor a Ráktérítő mentén delel merőlegesen, deklinációja $-23,5^\circ$.

A Föld Nap körüli keringésének következményei:

- ♦ A nappalok és az éjszakák hosszának változása a magasabb földrajzi szélességeken. Az Egyenlítő mentén az év minden napján „napéjegyenlőség” van. A sarkkörökön ($+66,5^\circ$, illetve $-66,5^\circ$) belül a Nap cirkumpoláris csillag. A sarkokon (az adott félgömbnek megfelelően) a nyári félévben 6 hónapig állandóan a horizont felett van a Nap, tehát fél évig tart a nappal, a téli félévben pedig 6 hónapig a horizont alatt tartózkodik, tehát fél évig éjszaka van.
- ♦ A legfontosabb következménye az **évszakok váltakozása**. Ennek oka bolygónk forgástengelyének ferdesége, valamint az, hogy a tengely iránya a keringés során nem változik.

5.3.3. Az időszámítás

Az idő mérésére minden szabályosan, periodikusan ismétlődő, változó jelenség alkalmas. A csillagászatban például a Föld tengely körüli forgása, illetve a Nap körüli keringése.

Napi időszámításunk alapja a Föld tengely körüli forgása. Egyszeri körülforgását valamely csillaghoz (csillagnap), vagy a Naphoz (valódi vagy szoláris nap) mérhetjük. A **valódi nap** az az idő, ami a Nap két egymást követő delelése között eltelik. Mivel a Föld nem egyenletes sebességgel mozog Nap körüli pályáján, ezért ez különböző hosszúságú. Ennek kiküszöbölésére vezették be a csillagászok a **középnapot**. Ez olyan képzeletbeli Nap két delelése közt eltelt idő, amely körül a Föld egész évben kör alakú pályán, egyenletes sebességgel kering. Ennek (a nem létező) középnapnak a **hossza állandóan 24 óra**, az ennek megfelelő idő pedig a **középidő**. A valódi napok a középnaphoz képest hol hosszabbak, hol rövidebbek.

A **helyi idő** (ezt a Nap mindenkori állásához viszonyítják) szerint akkor van dél, amikor a Nap a megfigyelő helyén delel. Ettől északra és délre ugyanazon a délkörön (hosszúsági kör) ekkor mindenütt delel, csak horizont feletti magassága változik. A megfigyelő helyétől keletre és nyugatra azonban fokenként 4 perc különbséggel van dél.

A közlekedés nemzetközivé válása tette szükségessé a **zónaidő** bevezetését. A Földet 24 db, nyugat-kelet irányban 15° kiterjedésű zónára osztották. Egy-egy zóna területén a közepén áthaladó délkör helyi középidéje az érvényes idő. A szomszédos időzónák ideje egy-egy órával tér el egymástól. Tőlünk keletre az órák többet, nyugatra kevesebbet mutatnak. Az első időzónában (nyugat-európai időzóna), amely a nyugati hosszúság 7,5°-ától a keleti hosszúság 7,5°-áig tart – a greenwichi helyi idő a zónaidő. **Nálunk a közép-európai zónaidő** szerint – amely egy órával több a nyugat-európainál – járnak az órák. A **dátumválasztó vonal** a 180°-os délkör mentén húzódik, amelynek ázsiai oldalán a nagyobb, amerikai oldalán a kisebb dátum érvényes.

Az **évi időszámításnál** a Föld Nap körüli keringése az alap. A **tropikus év** az az időtartam, amely alatt a Nap évi látszólagos útján a tavaszponttól kiindulva oda visszatér. (Időtartama 365 nap, 5 óra, 48 perc, 46 másodperc.) Naptári időszámításunk a tropikus évhez igazodik. A **ma is érvényes naptárt** XIII. Gergely pápa vezette be 1582-ben. Elrendelte, hogy a 100-as évek közül csak azok legyenek szökőévek, amelyek 400-zal maradék nélkül oszthatók. Egyébként minden négygyel osztható szökőév.

OLVASNIVALÓ

A naptár

...Az idő múlásának érzékeltetésére szolgáló naptár a mai formájában évezredek sok-sok fejtörésének, kísérletezgetésének, tapasztalatgyűjtésének és -feldolgozásának foglalata. Eszköz a napok számlálására és az ezekből kikerekedő ciklikus egységek, a hetek, a hónapok és az évek egységes rendszerbe foglalására. Noha a ma használatos naptárrendszerek is különböző szempontokat érvényesítenek, közös bennük, hogy a vallási megfontolásokon túl a csillagászati megfigyelések alapvető fontosságúak voltak a rendszer kialakításában. Úgy is mondhatnánk, hogy az égi menetrend korszerű ismerete mindenfajta időmérés legfontosabb eleme volt már az elmúlt évezredekben is. Mindemellett a naptárkészítésnek az is vallási jelentőséget kölcsönzött, hogy a csillagok nem csupán a tudományos megfigyelés, hanem a vallásos imádat tárgyai is voltak.

[...] Az első naptárkészítők az Eufrátesz és a Tigris folyó partján élő sumerek voltak, akik mintegy ötezer évvel ezelőtt agyagtáblákra vészték feljegyzéseiket. Sajnos keveset tudunk a sumer naptárról, ismereteink túlnyomórészt a babiloniak hagyatékából származnak, akik Mezopotámia uraként a sumereket követték. Elégge biztosnak látszik azonban, hogy a sumer papok a maguk készítette naptárt a Hold járásának figyelembe vételével alakították ki, s az évet 12 olyan holdhónapra osztották, amelyeknek mindegyike 30 napból állott. Ez az elrendezés egyébként mindmáig megoldatlanul maradt csillagászati leckét adott fel nekik.

Időszámításunk hármasképe: a Föld tengelyforgása (nap), a Hold keringése a Föld körül (hónap), s a Föld keringése a nap körül (év). A fő gond abból adódik, hogy nem teljesen illenek

össze azok a csillagászati ciklusok, amelyekből a napot, a hónapokat és az évet vezetik le. Az év, amely a Földnek a Nap körüli keringésén alapul, $365,1/4$ napot ölel fel. A hónapot természetesen a holdfázis szerint számítják, s az egész ciklus valamivel tovább tart, mint $29,1/2$ nap. Ennek következtében az év nem 12, hanem $12,1/3$ azonos hosszúságú hónapból tevődik össze. Ha nem végezték volna el a szükséges korrekciókat, a sumer naptár a maga 30 napos hónapjaival igen gyorsan ellentétbe került volna a Hold és a Nap mozgásával.

Az elmúlt évezredek egyebek mellett a naptárrendszerek tökéletesítésével teltek el. Olyan kalendáriumot, amely egyszerre épül a nap, a holdhónap és az év periodicitására, nem könnyű kidolgozni. Érthető tehát, hogy a különböző civilizációk egyazon időben eltérő naptármódszereket használtak. Olyan területeken, ahol az évszakok változása nem nagyon feltűnő, holdhónapon alapuló naptárrendszert alakítottak ki. Olyat például, mint amilyen a *muzulmán naptár*. Annak érdekében, hogy az évszakok az évek során ne tolódjanak el, Julius Caesar Szoszigenész csillagász segítségével a Kr. e. I. században bevezetett egy átlagos évet, amelynek a hossza $365,25$ nap volt. Ezáltal kialakult három 365 napos normál és egy 366 napos úgynevezett szökőévből álló négyéves ciklus. Ebben a *Julianus-naptárban* az évszakok négyszáz évenként három nappal csúsznak el. Ennek kiküszöbölésére rendelte el XIII. Gergely pápa 1582-ben – egy tudós bizottság tanácsait követve –, hogy négyszáz évenként három szökőnapot töröljenek el.

[...] Ez a naptárrendszer, a *Gergely-naptár* elérte a kívánt célt: az évenkénti eltolódás igen kicsi, 3300 év alatt mindössze egy nap, így majdan az ötvenedik évszázadban kell utódainknak egy szabály szerinti szökőévet rendes évnek nyilvánítani.

A Gergely(vagy gregorián)-naptárt, amely nálunk 1588-tól van érvényben, visszamenőleges hatállyal nem érvényesítették, ezért a bevezetése előtti időszakot mind a mai napig a Julianus-naptár szerint számolják. Ennek következménye, hogy a katolikus és a protestáns ünnepek nem esnek egybe a megfelelő ortodox ünnepnapokkal.

[...] A mostani naptárunk első éve egyfajta középítő a lehető legkorábbi, azaz a Kr. e. 6. és Kr. u. 8. év között. Dionysius Exiguus római apát munkásságának köszönhetően a katolikus egyház vezetői egyfajta megállapodásra jutottak ebben a fontos kérdésben, s ezt később a világi vezetők is elfogadták. A 700 körüli években a nagy tekintélyű ír szerzetes, Beda Venerabilis világkrónikájában jelenik meg elsőként az események keltezése Krisztus születésének időpontjához kötve. Nagy Károly (768–814) uralkodásától kezdve a világi iratok keltezésében egyre gyakrabban jelenik meg az időszámításnak ez a formája. A XI. századtól kezdve Európa szinte valamennyi országában már kizárólag a Krisztus születése szerinti évszámozást alkalmazták.

Forrás: GARANCY M. (2000): A naptár. *Természetbúvár*, 6, 16–17.

II. A FÖLD KÖZETBURKA (LITOSZFÉRA)

1. A Föld gömbhéjai

Bolygónk három fő gömbhéja a felszíntől a mélység felé haladva a **kéreg**, a **köpeny** és a **mag**. Közvetlen adatok csak a földkéregre vonatkozóan állnak a kutatók rendelkezésére: például a felszínen levő és a mélyfúrásokkal felhozott kőzetek összetételéről, a vulkáni működéssel felszínre került anyagok fizikai tulajdonságairól, a mélyművelésű bányák mélységgel változó hőmérsékletéről. Különböző közvetett vizsgálati módszerek – így a nehézségi erő, a földmágnesség, az elektromos vezetőképesség és a radioaktivitás vizsgálata, valamint a földrengéshullámok viselkedésének tanulmányozása – is hozzájárultak a Föld gömbhéjas szerkezetének felismeréséhez.

Az előzőekben felsorolt gömbhéjakat **határfelületek** választják el egymástól. A földkérget a köpenytől (kb. 30 km-es mélységben) a **Mohorovičić-féle**, a köpenyt a magtól (kb. 2900 km-es mélységben) a **Gutenberg–Wiechert-féle** felület. A fő gömbhéjakon belül is vannak határfelületek, ugyanis nemcsak a gömbhéjak között van eltérés az azokat felépítő anyagok fizikai tulajdonságaiban, állapotában, hanem az egyes gömbhéjakon belül is. A kontinentális kérget a **Conrad-féle** felület (kb. 15 km mélyen) alsó és felső kéregre, a köpenyt a **Repetti-féle** felület (kb. 986 km mélyen) külső és belső köpenyre, a **Lehmann-féle** határfelület (kb. 5100 km mélyen) pedig a magot tagolja külső és belső magra.

A **gömbhéjak anyagai a következők**: a szárazföldi felső kéreg kőzeteiben az alumínium-szilikátok dominálnak. Ezt a kéregrészt ezért **szialnak** nevezik. Ez alatt az alumíniumot a magnézium váltja fel. Ez, az óceánok fenekét alkotó sűrűbb övezet a **szima**. A külső köpenyrész főbb elemei a króm (Cr), a vas (Fe), a szilícium (Si) és a magnézium (Mg), neve ezért **krofeszima**. Az ennél sűrűbb belső köpenyben a króm helyett nikkel (Ni) jelenik meg az előbb felsorolt elemek mellett. Neve **nifeszima**. (Az egyes rétegek neve az azokat alkotó elemek vegyjeleit viselik.) A mag kémiai összetételére vonatkozóan eltér a kutatók véleménye. A vasmagos földmodell-elképzelést elfogadók szerint a vas és nikkel dominál benne, e szerint neve **nife-mag**.

A Föld belseje felé (kb. 4000 km-es mélységig), területenként eltérő mértékben, de állandóan emelkedik a **hőmérséklet**. A kéreg aljáig az ún. **geotermikus gradiens** (az a távolság, amelyen a hőmérséklet 1 °C-ot emelkedik) szerint, amelynek átlagértéke 33 m. (A szilárd kéreg alsó határán 900–1800 °C a hőmérséklet.) A **nyomás** a Föld középpontja felé haladva átlagosan 27 MPa-lal nő km-ként. (A kéreg alsó határán 700–1500 MPa-t feltételeznek.) A Föld anyagainak **sűrűsége** a nyomással együtt változik, a belseje felé egyre nagyobb. (Átlagos sűrűsége 5,51 gr/cm³.)

2. A kőzetburok felépítése

A **kőzetburkot** a kéreg és a köpeny felső része alkotja. Ez az állandóan változó, az óceánok alatt kb. 50 km, a szárazföldek alatt kb. 70–100 km vastag litoszféra réteg hét nagy és számos kisebb lemezre tagolódik. Ezek állandó mozgásban vannak, évente pár centiméterrel mozdulnak el. A Föld geoid alakjából következően egyes lemezek eltávolodnak egymástól, egyesek pedig közelednek egymáshoz. Távolodó kéreglemezek az óceáni hátságok mentén vannak, lemezszegélyük folyamatosan gyarapodik. A közeledő kéreglemezeknél vagy az egyik lemez a másik alá bukik (például: az óceáni a kontinentális alá; a vékonyabb óceáni lemez a vastagabb alá; mélytengeri árok jön létre, a szegély mentén aktív vulkanizmussal), vagy szegélyeik összetorlódnak, felgyűrődnek (például: kontinentális

lemezek ütközésénél alakul ki, így jött létre az Eurázsiai-hegységrendszer). Előfordul olyan eset is, amikor a lemezek egymással párhuzamosan elcsúsznak egymás mellett (például a kaliforniai Szent András-törés).

A földkéreg lassan ugyan, de függőleges mozgásokat is végez. Eközben benne szerkezeti változás nem következik be, ezek az ún. **epirogenetikus mozgások** (például az ősmasszívumoknál).

A **szerkezetátalakító** (tektonikus) **mozgások** összefüggnek a litoszférolemezek mozgásával. Ezek a következők: **gyűrődések** (főleg az üledékes kőzetekben jönnek létre a fiatal gyűrthegegyiségekben), **törések**, **vetődések** (a legjellemzőbbek a röghegységekre; típusai a lépcsős, az árkos, a sasbérce vetődés, a tektonikus medencék) és a **magmatizmus** (ez a kéreg labilis területeire jellemző). Típusai a mélységi (plutonizmus) és a felszíni magmatizmus (vulkanizmus). A felszínre került magmának láva a neve. **Szubvulkáni** tevékenység akkor alakul ki, amikor a magma nem tör a felszínre, de ahhoz közel hűl ki és felboltozza a felső kéreg kőzeteit.

2.1. A földkéreg felépítő kőzetek

A kőzetek ásványok társulásai. Keletkezésük szerint lehetnek magmás, üledékes és átalakult kőzetek.

A **mágnás kőzetek** az izzón folyó magma megszilárdulásával jönnek létre. Csoportjai: a **mélységi mágnás** (például gránit, diorit, gabbró), a **kiömlési** vagy **vulkáni** (andezit, riolit, bazalt) kőzetek és a porózus szerkezetű **vulkáni tufák** (például andezit-, riolit-, bazalttufa). Az utóbbiak tágabb értelemben a vulkáni szórásstermékekből szilárdulnak meg.

Az **üledékes kőzetek** egyrészt más kőzetek pusztulásakor (aprózódás, mállás) létrejött anyagokból másodlagosan (a málladék elszállítódik, másutt felhalmozódik és geokémiai változások eredményeként kőzetté válik), másrészt élőlények szerves és szervetlen maradványaiból képződnek. Az üledékes kőzetek lehetnek **törmelékes üledékes** (csak aprózódással jönnek létre), **vegyi** és **szerves eredetűek**.

- ♦ Laza törmelékes kőzet a kavics, a homok, a lösz és az agyag.
- ♦ Összeálló (kötött) törmelékes kőzet a breccsa, a konglomerátum (kavicskő), a homokkő, a márga (CaCO_3 -tartalmú agyagos kőzet) és a bauxit.
- ♦ Vegyi üledék a kősó, a dolomit, a mészkő és a gipsz.
- ♦ Szerves üledék a kőszén (tőzeg, lignit, barnaszén) a diatomapala (kovaföld), a mészkő, a kőolaj és a földgáz.

Átalakult (metamorf) **kőzetek** akkor alakulnak ki, amikor a mágnás, illetve az üledékes kőzetek jelentős mélységbe kerülnek, és az ottani magas hőmérséklet, nagy nyomás vagy ezek együttes hatására átkristályosodnak vagy palásodnak. Így lesz például a gránitból gneisz, a mészkőből márvány és fillit, a kőszénből antracit, grafit, az agyagos homokkőből csillámpala, a homokból kovapala és kvarcit.

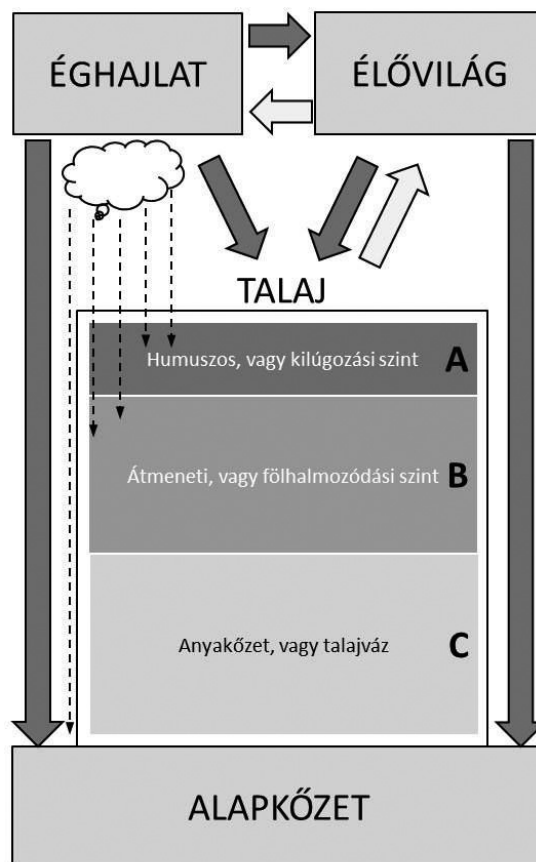
A felsorolt kőzetfélések tulajdonságait, képződésük folyamatát, felhasználásukat a jegyzet VI. 2. fejezetében ismertetjük, hazai előfordulásait feltüntetésével.

III. A TALAJ (PEDOSZFÉRA)

A **talaj** a földkéreg legfelső, laza, termékeny, ásványi és szerves anyagokból álló, vizet és levegőt tartalmazó része. Az élettelen környezeti tényezők egyike.

1. A talaj kialakulása

A talaj a földtani, éghajlati, domborzati és biológiai tényezők együttes hatására képződik. A **talajképződés nyers-anyagai** a magmás, az üledékes, sőt még az átalakult **kőzetek** is. Az **éghajlati tényezők** közül a hőmérsékleti és a szélviszonyok, valamint a csapadék mennyisége és minősége befolyásolják leginkább a talajok létrejöttét. A **domborzat** közvetett módon, a földtani (kőzetek) és az éghajlati tényezők módosításával hat. A növények, az állatok és az ember, mint **biológiai tényezők** közvetlenül és közvetetten is fontosak mind a talaj kialakulásában, mind az átalakulásában.



6. ábra. A talaj kialakulása és szerkezete

A **talajképződés folyamatában** a kőzetek fizikai, kémiai és biológiai változások sorozatán mennek át, mire talajjá válnak. A **fizikai aprózódást** elindíthatja a hőmérséklet-ingadozás (inszolációs aprózódás), a fagyás (a kőzetrepedésekben megfagyott víz térfogat-növekedése miatt) és a növényi gyökérrendszerek feszítőereje. Az aprózódás során a kőzet egyre kisebb darabokra esik szét, ásványos összetételének megváltozása nélkül. A folyamat időtartama függ a kőzet eredetétől, összetételétől, vagyis a kőzetminőségtől és a klímaadottságoktól. A **kémiai mállás** a kőzetek kémiai összetételének megváltozását eredményezi. Négy alapfolyamata: az oxidáció–redukció, a hidratáció, a hidrolízis és az oldódás. Az oxigén, a víz, a szén-dioxid, különböző bázisok és savak idézik elő a mállást. A **kőzetek biológiai mállási folyamatai** a kőzetfelületeken megtelepedő élőlények (például baktériumok, zuzmók, mohák) életfolyamatainak következményei. A talaj tehát a kőzetek, az éghajlat és élővilág kölcsönhatása révén jön létre.

2. A talaj összetevői

A talajban az ásványi alkotórészek mintegy 45%-ot tesznek ki, a szervesek kb. 5%-ot, a másik 50%-át a pórusok adják. A pórusok egyik fele – optimális nedvességtartalom esetén – vízzel, a másik fele levegővel telt. Ez természetesen különféle körülmények (például az időjárás) hatására változik. A **víz**, amelyben szilárd és gáz halmazállapotú anyagok vannak oldott állapotban, a talajrészecskék felületén hártát képez. A **talajlevegő** összetétele a légkörétől abban különbözik, hogy jóval nagyobb benne a szén-dioxid és az ammónia (NH_3) mennyisége, az oxigéné pedig kevesebb. A levegő ebben a közegben nem folytonosan, hanem egymástól elszigetelten, a pórusokban van jelen, mint azt már az előbbieken jeleztük. A **pórusok** több szempontból fontosak. Ott telepednek meg a mikroorganizmusok, ezek biztosítják a talaj átszellőzését, szabják meg vízvezető és vízmegtartó képességét. A víz a pórusmérettől függően más-más erővel kötődik a talajhoz. Nagyobb pórusok esetén kisebbel, ami kedvezővé teszi a növények vízfelvételét. A talajban való mozgását egyrészt a nehézségi erő (lefelé), másrészt az a vonzóerő biztosítja, amely a talajrészecskék körül igyekszik megtartani a vizet (vízhártya alakul). A víz a talajbani hajszálcsovésség révén a kapillárisokban a nedves hely felől a szárazabb felé halad. A talajból vagy közvetlen párolgással – ez a felszíni rétegekre jellemző –, vagy a növények révén közvetetten távozik. Az őszi és a téli csapadék mennyisége általában elegendő vizet biztosít a talajnak, a tavaszi és a nyári esők – kevés kivételtől eltekintve – csak néhány cm-es felső réteget áztatják át.

A **szervetlen, ásványi alkotórészek** abból a kőzetből valók, amelyből a talaj képződött. Köztük mindenféle méretűek megtalálhatók (kavics, homok, por – ezek együtt a vázrészecskék). A kolloid méretű **agyagásványok** szintén szervetlen összetevői a talajnak. Ezek főként a **földpátok** (alumínium-szilikátok; a földkőzetek 60-65%-át alkotják), a **csillámok** (szilikátásványok), az **amfibolok** (változatos fémösszetételű szilikátok) és a **piroxének** (oszlopos kristályú szilikátok, melyekben anionokhoz különféle fémkationok kapcsolódnak) bomlásából jönnek létre. A szervetlen összetevők arányától függően különböző fizikai talajféleségek alakulnak (homokos, vályogos, agyagos talaj stb.).

A **szervesanyag-tartalom élettelen részeit** az elhalt növényi és állati maradványok lebomlott anyagai és a humusz adják, az **élőket** pedig a talajban lévő mikroszervezetek, növények és állatok.

A **humusz** a talaj legjellemzőbb szerves vegyületeinek összefoglaló neve. Igen sajátos talajösszetevő, mennyisége és összetétele jelzi az adott talaj kialakulásának feltételeit. Egyrészt biológiai folyamatok melléktermékei, másrészt ezen folyamatok anyag- és energiatartalékai. A talaj mikroszervezetei által végzett lebontó folyamatok közben termékei – például egyszerű cukrok, aminosavak, fenolok – egymáshoz kapcsolódva válnak kolloid állapotú, amorf anyaggá, vagyis humusszá. A humuszmolekulák kolloid méretükből következően nagy fajlagos felületűek. Ezért jelentős az ion- és vízmegkötő képességük. A humusz a talajok szerkezetének is alakítója. Aktív csoportjai mikroelemeket (réz, vas stb.) kötnék meg, ezáltal megakadályozzák azok kimosódását. A mérgező nehézfém ionokat is megkötik.

Az élettelennek tűnő talajban élők milliárdjai vannak. A benne levő életközösség összefoglaló neve **edafon**. Kb. 4000 faj élőhelye, az egysejtűektől az emlősökig és a magasabb rendű növényekig. Ha a talaj összes szerves anyag tartalmát 100 %-nak vesszük, akkor annak 85%-a a humusz, 10%-át teszik ki a növények gyökerei és 5%-át a gombák, az algák, a baktériumok, a sugárgombák, a földigiliszták és a más állatfajok. A felsoroltak közül a talajban betöltött alapvető szerepük indokolja a mikroorganizmusok, elsősorban a legnagyobb mennyiségben jelen lévő

baktériumok (1 g talajban néhány milliárd van belőlük) kiemelését. *Mi ez a szerep?* Az elhalt összetett szerves anyagok lebontása egyszerű vegyületekre és ezzel azoknak visszajuttatása a biológiai körforgásba. A mikroszervezetek nagy többsége heterotróf, tehát a talaj szerves anyagait fogyasztja.

A **hajtásos növények** gyökereikkel rögzülnek benne, és veszik fel belőle a szervesanyag-szintézisükhöz (fotoszintézis) szükséges talajoldatot. A lágyszárúak, különösen a gypszint tagjai, – az avar-mohaszinttel együtt – talajtakarók, szabályozzák a talaj nedvesség- és a hőmérsékletviszonyait.

A pedagógus a **talajművelő állatok** nyomait, tevékenységeiket közvetlenül vagy közvetve megfigyeltetheti a gyerekekkel. A „talajevő”, valójában annak szerves anyagát fogyasztó földigiliszták talajforgató, talaj-átalakító, javító (például a szellőzését) tevékenységéről „gilisztafarm” kialakításával szerezhettek tapasztalatot a gyerekek. (Leírása a Labanc Györgyi (2000) (szerk.): *Óvodások környezeti nevelése*. Réce füzetek 5. Környezeti nevelésért Alapítvány könyvben olvasható.) A talajban járatokat alakító állatok (például vakond, ürge, hörcsög, erdei egér, mezei pocok, borz, vörös róka) sok növényi anyagot dolgoznak bele, javítják a szellőzést és a vízgazdálkodását. A rovarok közül talajlakó faj a lőtücsök (lőtetű), oda rakja petéit a szöcskefajok egy része, a sáskafajok többsége, a májusi cserebogár, az erdei vöröshangyák fészke részben szintén a talajban van stb.

3. A talaj tulajdonságai

Fizikai tulajdonságai közül az egyik legfontosabb a **mechanikai összetétel**, amely a talajban levő összetevők nagyságát és egymáshoz viszonyított arányát jelenti. A **talajszerkezet** nem más, mint a talajt alkotó, egymással összetapadt részecskék térbeli elhelyezkedése. A szerkezet lehet rögös, morzsás, szemcsés, réteges, lemezes, poros stb. Azt, hogy a talaj milyen ellenállást fejt ki a talajmegmunkáló eszközökkel szemben, **kötöttségnek** nevezik. Mezőgazdasági művelés szempontjából a talaj lehet laza, közép-kötött és kötött. **Víz- és levegőháztartásának** jellemzői is a fizikai tulajdonságokhoz tartoznak.

A **talaj kémiai tulajdonságai** közül a **kémhatása** (savanyú – pH érték 3–6,5; semleges – pH 6,5–7,5; lúgos – pH 8–11) ökológiai szempontból fontos. Vannak növények, amelyek csak egy bizonyos kémhatású közegben élnek (talajjelző növények). Például kizárólag savanyúban fordulnak elő a szőrűfű, a madársóska, a csarab, az áfonya, a tőzegmohafajok.

A talaj jellegzetes tulajdonsága a **genetikai szintekre** tagolódás (Lásd 6. számú ábra), amely a felszíntől a mélység felé, egészen az alapkőzetig haladva a talaj fejlődéstörténetét mutatja be.

A talaj, mint azt már az előzőekben jeleztük, az élettelen környezeti tényezők egyike, ezért ökológiai szempontból fontos tulajdonságainak, valamint a talajerózió és talajvédelem témáinak részletes kifejtésére az *Ökológiai alapismeretek*, valamint a *Környezet- és természetvédelem* című jegyzetekben kerül sor.

4. A talajok rendszerezése

Az éghajlat és a növényzet, mint legfontosabb talajképző tényezők övezetes elhelyezkedéséből következően a **talajra** is a **zonális jellemző**. (Ezt Dokucsajev (1846–1903) ismerte fel.)

Zonális talajok a hideg (sarkvidéki) övezetben, az **arktikus** (a sarki övben) és a **tundratalajok** (a sarkközi övben). A **mérsékelt övezetben** a **podzol** (fenyőerdők alatt, a hideg-mérsékelt övben, az óceáni éghajlati és a nedves területeken), a **barna erdei talaj** (a kontinentális és száraz éghajlati területeken, a lombos erdők alatt), a **mezőségi talaj (csernozjom)** (félszáraz területek sztyeppnövényzete alatt), a **gesztenyebarna talajok** (száraz mezőségeknél), a félsivatagi területeken **félsivatagi világosszürke** és **barna talajok**, a mediterrán tartományokban a barnászörös színű **terra rossa** (keménylombú örökzöld fák és cserjék alatt) fordul elő. A **forró övezetben** a sárgászörös színű **laterittalajok** (trópusi esőerdők, magas füvű szavannák alatt) a jellemzők.

Az **intrazonális talajok** a Föld nagy talajövezetein belüli kedvező vagy kedvezőtlen földrajzi környezetben jöttek létre. Képződésüket főként az alapkőzet és/vagy a vízhatás befolyásolja. Ide tartoznak a **láp-talajok** (moha- és rétlápon), a mészkövön és dolomiton képződő **rendzina** és a **szikés talajok**, amelyekben elsősorban nátriumsók (Na_2CO_3 , ritkábban NaCl és Na_2SO_4) halmozódnak fel (a szoloncsák típusnál – a sók a talaj legfelső szintjében vannak; a szolonyec típusnál a mélyebb rétegekben).

Azonális talajokhoz (bárhol előfordulhatnak) a **váz talajok** (sziklatörmelék vékony talajréteggel), a **homok talajok** (amely már megkötött, ott felül kevés humusz van) és az **öntés talajok** (folyóvizek mentén az áradás hordalékán jönnek létre) tartoznak.

OLVASNIVALÓ

A tundratalajról

A *tundra* a Tajmír-félszigetnél a legszélesebb. Mint bárhol a sarkvidéken, a talaj itt is keményre fagyott, az altalaj hőmérséklete egész évben fagypont alatt marad. Télen, amikor a hőmérséklet akár $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ alá is süllyedhet, és szélviharok sodorják a havat napokon keresztül, a tajmíri táj fagyos és fehér. A nyári napfény nemcsak a hó nagy részét olvasztja fel, hanem elegendő meleget ad ahhoz, hogy a fagyott talaj felső 10 cm-es rétege is felengedjen. E nélkül az ismétlődő olvadás nélkül a tundrai vegetáció nem maradhatna fenn.

... A tundrai fagyott altalaj egyik jellegzetes hatása a föld mintázatos repedése. Az olvadás és a fagyás ciklikussága felemeli a talajt, mozgatja és osztályozza a törmeléket, szögletes repedéseket alakít ki. A sík terepeken a repedések sokszögei rajzolódnak ki a talajon, néha döbbenetes szabályossággal, mintha óriás rajzolta volna.

Forrás: FEW, R. (1995): *Vadregényes tájakon*. Magyar Könyvklub, Budapest, 21–22.

IV. A VÍZBUROK (HIDROSZFÉRA)

1. A víz körforgása

„Ha a Nap a teremtés apja, akkor a víz az anyja” indiai közmondás egyértelműen kifejezi a **víznek** a földi élet kialakulásában és fennmaradásában betöltött kiemelkedő szerepét. Bolygónkon mindhárom halmazállapotában jelen van, amelyek gyakran átmennek egymásba.

Az élő szervezetek sejtjeinek egyik alkotója, élettelen környezeti tényező, felszínformáló külső erő, élettér. **Kapcsolatban van a földi burkok** (szférák) **mindegyikével**. A **talajba (pedoszféra)** jutó csapadék a szárazföldi növények vízellátását biztosítja, az abban mozgó és tárolódó **talajvíz** ivóvízkészlet és a növények vízbázisa. A vízburok keveredik a **léggörrel** (atmoszféra). A vízgőz a felszíni vizek párolgásakor, az élőlények légzésekor és párologtatásakor jut a levegőburokba. A felhők alkotója, belőlük csapadékként kerül vissza a földfelszínre.

A kőzetburkot (litoszféra) mechanikailag (aprózódás) és kémiaiilag (mállás) is alakítja. A kőzetek repedéseiben **résvízként**, két vízzáró réteg között **rétegvízként** tárolódik. Ezek jó minőségű ivóvizek, de ipari vízként is hasznosulnak. Mind a sós, mind az édesvíz és partjaik élővilága igen változatos, tehát a vizek a **bioszférához** élőhelyként is kapcsolódnak.

Mi, **emberek** szintén sokféle módon kötődünk a vízhez és a benne élőkhöz. Alkalmazzuk az iparban, a háztartásban, tisztításra, tisztálkodásra, hűtésre. Öntözzük vele növényeinket, a felszíni vizek szállítási útvonalak, sport- és más szabadidős tevékenységeink helyszínei. A vizek és vízpartok élőlényei közül számtalan fajjal táplálkozunk, alkalmazzuk azokat ipari nyersanyagként. A vizek energiáját szintén évezredek óta hasznosítjuk különböző munkák végzésére. Például kalló- és őrlőmalmok, vízemelő rendszerek működtetésére. A gőzgépekben a vízgőz közvetítésével alakítjuk a hőenergiát mechanikai munkává, a vízturbinákkal elektromos energiát termelünk. A víz változatos megjelenési formái – vízesések, rohanó hegyi patakok, borjadzó gleccserek, tengerpartok stb. esztétikai élményeink forrásai.

A **gyerekeknek** a víz cseppfolyós és szilárd állapotában egyaránt **játékeszköze**, a **népmesékben** az élet vízének és a víztükörnek jelképes értelme van. A felszíni vizek partjai az óvodás csoportok sétáinak és kirándulásainak gyakori helyszínei.

Mindezek indokolják a víz előfordulási formáinak és azok törvényszerűségeinek, jellemző tulajdonságainak részletesebb ismeretét.

A **vízburok** (hidroszféra) nagy valószínűséggel egyes eredetű. Döntően bolygónkon képződött, de ismert olyan elmélet is, mely szerint egy része például jégmeteoritok becsapódásaival, a világűrből jutott ide. Az őslégkör vízgőzmolekuláinak – amikor bolygónk felszínének hőmérséklete 100 °C alá hűlt – cseppfolyóssá válásával vette kezdetét az ósóceán kialakulása. A szilárd kéreg mélyedéseiben felhalmozódott víz a tömegvonzás következtében tartósan ott is maradt. Körforgását a Nap sugárzó energiája és az előbbiekben említett tömegvonzás biztosítja. Ebben, mármint a körforgásban az élőlények is fontos szerepet kapnak. A körforgás révén a víz állandó mozgásban van, miközben halmazállapot-változáson is keresztül megy. Szilárdodó válásában és tartósan abban maradásában (például belföldi jégtakaró – Grönland, Antarktisz, Izland –, magashegységi gleccserjég), a 0 °C alatti hőmérséklet a legfontosabb tényező. A belföldi jégtakaró, a gleccser és a barlangi jég a szárazföldi jég formái.

2. A Világtenger (óceánok és tengerek)

A földfelszín 510 millió km²-éből 361 millió km²-t (71%-ot) a **Világtenger** (óceánok és tengerek) borítja. Egységes sós víztömeg, amely a földi éghajlat egyik alakítója. A vízburoknak ebben a részében van a vízkészlet 97,4%-a. Jégként a 2%-a, felszín alatti vízként a 0,58%-a ismert. A tavakban, a folyókban, az élőlényekben a vízkészletnek csak 0,02%-a tárolódik. Tehát a földi vízburoknak mindössze 2,6%-a az édes víz.

2.1. A Világtenger részei

Az **óceánok** (Csendes-, Atlanti- és az Indiai-óceán) bolygónk legnagyobb kiterjedésű és mélységű, kontinensek közötti állóvizei. Saját áramlásrendszerük van, vizük sótartalma többé-kevésbé állandó. Az óceánokkal összeköttetésben lévő vízfelületek a **melléktengerek**, melyek a szárazföldekhez viszonyított helyzetük szerint **földközi vagy beltengerek** (pl.: az Égei-, a Vörös-, a Fekete-, a Márvány-tenger) és **peremtengerek** (pl.: a Japán-, a Dél-kínai-, a Bering-, az Északi-, a Balti-tenger) lehetnek.

2.2. A tengervíz tulajdonságai

A **tenger szintje**, amely a térképészeti magasságmérés alapja, számított átlagos szintfelület. (Hazánk felszínének tengerszint feletti magasságértékeit a Balti-tenger – kronstadti szintfelület – szintjéhez mérik. 1960-ig az Adriai-tenger közepes vízszintjéhez viszonyították.) A tengervíz **színe** a tisztaságától, planktonállományának mennyiségétől, a ráterülő égbolt borultságától függően változik. Kéknek azért látjuk, mert a színeképből ezt veri vissza, a vörös és a sárga fénysugarakat elnyeli. A közepes és a magasabb földrajzi szélességeken, vagyis a sarkok felé, színe kékeszöldre, zöldre, a sarkoknál pedig szürkészöldre változik. Ennek oka a szabadon lebegő planktonok megnövekedett mennyisége.

A világtenger átlagos **sótartalma** 35‰, amely a jelenlegi értelmezés (JAKUCS L. 1995) szerint fokozatosan alakult ki, a vulkáni tevékenység során szabaddá váló gázoknak (klóros, jódos, kéntartalmú stb.) és a kőzetmálladék vegyületeinek (nátrium, kálium, kalcium stb.) tengerbe kerülésével. A tengervíz tartalmaz konyhasót (NaCl), magnézium-kloridot (MgCl₂), keserűsót (MgSO₄), gipszet (CaSO₄), meszet (CaCO₃), jódot, igen kis mennyiségben fémeket (réz, ólom, cink, mangán, ezüst, arany) stb. A levegő alkotórészei is oldódnak benne, mennyiségük a **víz-hőmérséklet** függvénye. A hideg víz több oxigént nyel el, mint a meleg. Ezért faj- és egyedgazdagabbak az arktikus vizek. A tengerekben elnyelődött levegő gázainak aránya eltér a légkörétől. Ennek az az oka, hogy a víz az oxigént jobban oldja, mint a nitrogént.

A tenger felmelegedése szintén eltér a szárazföldétől. A víznek ugyanis nagyobb a fajhője (az a hőmennyiség, amely valamely anyag egységnyi tömegének 1 °C-kal való felmelegítéséhez szükséges), hőgazdálkodása kiegyenlítősebb. A szárazföldnél kevésbé és lassabban melegszik fel és hűl le. Ezért „téli fűt, nyáron hűt”.

A tengerek vize sótartalmukból következően –2 °C körül kezd jéggé dermedni. (Fagyáspontja kb. –2 °C.) A kisebb-nagyobb **jégtáblák jégmezővé** állnak össze. A jégképződés éghajlati szempontból azért jelentős, mert télen légnyomásmaximumokat és sarki légáramlást indukál. A szárazföldről is tetemes jégtömeg érkezik a tengerekbe, részben a folyókon, részben az oda borjadzó gleccserekből (például Grönlandnál).

Az **Előszóban** ismertetett okok miatt nem térünk ki az óceánokra, tengerekre vonatkozó egyéb témákra, például a tengeráramlatokra, az árapályjelenségre.

OLVASNIVALÓ

A gleccserekről

Nomen est omen: ha egy nemzeti parkot Los Glaciaresnek, azaz „a gleccsernek” neveznek, már tudjuk, mire számíthatunk. De egy gleccser nemzeti park Dél-Amerikában?

[...] A jégtömegek az Hielo Patagónico Sudhoz, egy hatalmas jégsapkához tartoznak, amely több mint 400 kilométer hosszan nyúlik észak–déli irányban és csaknem 14 000 km²-t borít be. Ez körülbelül Brandenburg német tartomány területének felel meg. A dél-patagóniai jégmezőből

négy tucat nagyobb gleccsernyelv irányul a négy égtáj felé, köztük olyan hatalmasak, mint az *Upsála*- vagy a *Viedma-gleccserek*, melyek egyenként 600 km²-nyi jégfelületükkel a legnagyobb európai gleccsereket is messze felülmúlják.

[...] A hegygerincekről ismételt hó- és jégtömegek szakadnak le és zuhannak dübörgő lavinaként az 1000–2000 méteres mélységbe. Sok robaj kíséri az Argentino-tóban az új jéghegyek születését is, ahol a *Moreno-gleccser* több mint 50 kilométer megtétele után „borjadzik”. Jégkék tömbök, egyenként akkorák, mint egy-egy lakótömb, törnek le folyton a gleccser homlokzatáról, és zuhannak a tóba. Ez a lélegzetelállító színjáték a guindo, az örökzöld Magellán-esőerdők kulisszái előtt zajlik. Az erdőket örökzöld bükkösök (*Nothofagus*) alkotják, de előfordul, hogy fát a *gleccsernyelv* tarolja le.

Forrás: LOS GLACIARES. (1999): *Természeti örökségünk – Tájak és természeti értékek az UNESCO védelmében*, Magyar Könyvklub, Budapest, 63.

3. A szárazföld vizei

3.1. Felszín alatti vizek

Halmazállapotukban, hőmérsékletükben, tározódásuk módjában, mozgásukban, a felszíni vizekkel való kapcsolatukban jelentősen különböznek egymástól. **Két fő típusuk van: a talaj- és a kőzetvíz.**

A **talajvíz** az első vízzáró réteg fölött gyűlik össze, tehát azt, hogy milyen mélységben húzódik, ennek elhelyezkedése szabja meg. Fölötte vízáteresztő kőzetek vagy talaj vannak. Származhat csapadékból, folyók, tavak, források vizéből, sőt még a tengeréből is (például lapos tengerpartok homokdűnés részein). A **talajvíz szintje** az éghajlati viszonyokhoz igazodik, főként a csapadék mennyiségétől függően ingadozik. Télen emelkedőben van, szintje áprilisban a legmagasabb, szeptemberben-októberben a legalacsonyabb. Nemcsak függőlegesen, hanem a vízzáró réteg lejtésének irányában is mozog. A talajvíznek kétoldalú a kapcsolata a folyóvizekkel, ugyanis táplálhatja azokat (főként a síkságokat), de származhat is azokból.

A talajvizet **ásott kutakkal** hozták (hozzák) felszínre, amelyek ivóvizet biztosítottak a kisebb települések lakóinak. A 20. század második felétől a vízszennyezés (gyom- és rovarirtó szerek, feleslegben jelen lévő műtrágya bemosódása, szennyvizek talajba kerülése és földhalmozódása stb.) olyan mértékű lett, hogy emberi fogyasztásra alkalmatlanná váltak ezen kutak nagy többségének vizei.

A **rétegvíz** a kőzetvíz egyik típusa, azok pórusaiban tárolódik. Két vízzáró réteg között helyezkedik el, ami által hidrosztatikus nyomás alá kerül. (Az első ilyen Európában Artois tartományban a lille-i kolostor udvarán fúrták 1126-ban.) Hazánkban artézi kutak főként az Alföldön vannak, ahol a térségben élők ivóvízszükségletét nagyrészt ezek fedezik. Vízük azonban nem pótlódik, ugyanis a vízkészlet körülzárt „lencsékben” van.

A **résvíz** a kőzetek repedéseiben, réseiben, hézagaiban levő kőzetvíz. A **karsztvíz** a karbonátos kőzetek (mészkö, dolomit) részvize, amely azonban nemcsak kitölti a kőzetrepedéseket, hanem oldja is azok falát. A karsztvizekben ezért sok a kalcium-karbonát (CaCO₃), amelytől kemény lesz a víz.

3.2. Felszíni vizek

3.2.1. Források

A **forrásokban** a felszín alatti vizek természetes módon jutnak a felszínre. Különböznek egymástól kibukkanásuk módjában (nagyobb felületen, egy ponthoz kötődően), kémiai összetételükben (édes- és sós vizűek; lágy és kemény vizek; közönséges és ásványos vizűek), hőmérsékletükben (hideg- és melegvizűek vagy hévforrások) és vízbőségükben (állandók és időszakosak).

A **hévforrások** vizének hőfoka magasabb, mint annak a helynek az évi középhőmérséklete, ahol feltörnek. (Hazánkban a 20 °C-nál melegebb vizűek tartoznak ebbe a csoportba.) A vulkanikus területekre jellemző **gejzírek** (szökőhévizek) vize időszakosan lövell a magasba. (Például Izlandon, a Yellowstone-parkban (USA), Új-Zélandon.)

Az **ásványvízben** az oldott anionok, kationok, gázok mennyisége literenként 1000 mg-nál több. Leggyakrabban karbonátokat, szulfátokat, vasat, kőszót, brómot, jódot, kén-hidrogént, kén-dioxidot, szén-dioxidot tartalmaz. (A savanyú vizekben – a székelyek borvíznek, a palócok csevicének nevezik – szabad szén-dioxid van.) **Gyógyvíz** akkor, ha az oldat a benne lévő ásványok (anionok és kationok) révén gyógyító hatású.

OLVASNIVALÓ

A szökőhévizekről (gejzírekről)

... A földkéreg felső részében a mély felé haladva a hőmérséklet általában 33 méterenként 1 °C-kal emelkedik. A Yellowstone-fennsík alatt azonban helyenként 22 °C-kal növekszik minden 33 méteren – eszményi lehetőséget teremtve hévforrások, gejzírek, fumarolák (gázkitörések), iszapvulkánok keletkezéséhez és minden más posztvulkáni működéshez, amelyet a kitöréseket követően lehet megfigyelni a vulkáni területeken. A *Yellowstone Nemzeti Parkban* kerekén 10 000 hévforrás van, köztük a Grand Prismatic Spring, amely több mint 110 méteres keresztmetszetével az USA (de valószínűleg az egész világ) legnagyobb hőforrása; a 200-250, ma is működő gejzír közül említésre méltó a Service Steamboat Geyser, melynek szökőkútja az 1960-as években több mint 100 méter magasra emelkedett (igaz, nagyon rendszertelen időközökben), a Giant Geyser, amely minden kitöréskor 3 785 000 litert hoz a felszínre, és nem utolsósorban az Old Faithful, a Föld valószínűleg leghíresebb gejzírje. A vizet 30-45, de alkalmilag akár 55 méter magasra löveli, méghozzá szökőgejzír létére figyelemre méltó pontossággal ismételve. Ennek a pontosságnak köszönheti a nevét is: „Hűségese Öreg”.

Forrás: *Yellowstone. Természeti örökségünk – Tájak és természeti értékek az UNESCO védelmében.* (1999) Magyar Könyvklub, Budapest, 63.

3.2.2. Folyóvizek

A **vízfolyás** mederben, a magasabban fekvő térszínekről az alacsonyabban lévő irányába halad, vízmennyisége, vízjárása általában ingadozik. A vízfolyás az éghajlatnak megfelelően állandó vagy időszakos. Csapadékvíz és források biztosítják a víz utánpótlását. Nagysága szerint lehet **ér**, **csermely**, **patak**, **folyó** (100–1000 km hosszú) és **folyam** (1000–25 000 km hosszú). A folyók és a folyamok csoportba sorolásánál a hosszúságot, a vízgyűjtőterület nagyságát és a közepes vízhozamot adják meg, illetve veszik figyelembe.

A **vízhozam** a vízfolyás medrének egy adott keresztmetszvényén időegység (s) alatt áthaladó víztömeg térfogata (m³). Mértékegysége m³/s.

A **vízállás** a víz szintjének a vízmérce 0 pontjához viszonyított magassága cm-ekben kifejezve. A vízmércék felállításakor törekedtek olyan magasságokban megjelölni a 0 pontot, hogy csak a fölötti, vagyis pozitív értékeket kapjanak. A Duna, a Tisza vízállásánál előfordulnak negatív adatok is, amely a medermélyülésből, illetve esetenként a tartós szárazságból következnek.

A **vízjárás** a vízfolyások vízhozamának és vízállásának változása. Ha a hozama és a szintje növekszik, akkor a vízfolyás árad, ha ezek csökkennek, akkor apad. A vízfolyás **vízjárása** akkor **egyenletes**, ha igen kicsi a különbség az alacsony és a magas vízállás között. **Ingadozó** akkor, ha ez jelentős, **szélsőséges** pedig abban az esetben, ha ez nagy. A **vízgyűjtő terület** az a térség, ahonnan a vizek a vízfolyásokba érkeznek. Ezeket **vízválasztók** – például hegygerincen húzódó – különítik el egymástól. **Sodorvonal** a vízfolyások legsebesebb mozgású pontjait összekötő vonal. Egyenes szakaszon a meder közepén húzódik, kanyargós szakaszon a kanyar homorú oldala felé tér ki a centrifugális erő hatására.

OLVASNIVALÓ

A vízválasztóról

A Massif Central északon a Loire-től a déli Földközi-tengerig terjedő hatalmas felföldi terület, Franciaország területének egyhatoda. Cévennes ritkán lakott, gránithegyekből és mészkőfennsíkokról álló vidéke a Massif Central délkeleti csücskén helyezkedik el. A gránit és a mészkő két teljesen különböző tájképet hoz létre, de mindkettő fenséges és vadregényes, ami e természeti tájakat az ország legnagyobb *nemzeti parkjává* tette.

Egy nagyjából délnyugati–északkeleti irányban futó törésvonal sánca osztja a Cévennes-t két fő vízgyűjtő és éghajlati zónára. Ettől a vonaltól északra és nyugatra a folyók az Atlanti-óceánba folynak, az éghajlat pedig atlantikus és alpi: a magasságon erősek a szelek és jegesek a telek. A sánctól délre és keletre a vízfolyások a Földközi-tengerbe ömlő folyókat táplálnak. A keleti lejtők mediterrán éghajlatot élveznek, a forró nyarakat különösen nedves telek, majd tavaszok követik.

Forrás: FEW, R. (1995): A Cévennes-i nemzeti park. In *Vadregényes tájakon*. Magyar Könyvklub, Budapest, 148.

A **vízfolyások** a lejtőn, a gravitáció hatására mozognak. **Mozgási energiájuk** (E) egyenesen arányos a víz tömegével (Q) és a lejtő esésével (H). **Képletben:** $E = QH$. **Sebességük** függ tehát az esésüktől, a szállított víztömegtől és a meder keresztmetszetétől. A súrlódások csökkentik a sebességet. A folyóvíz energiájának csak egy része fordítódik a súrlódásra, más részével további hordalékát, és azzal alakítja, formálja a medrét. Munkája az **erózió**, amely lehet lineáris (mélyítő) és laterális (oldalazó). **Eróziós tevékenysége** (E) egyenesen arányos a folyó vízmennyiségével (m) és sebességének négyzetével. **Képlete:** $E = mv^2$.

A **hordalékszállítás módjai** a következők:

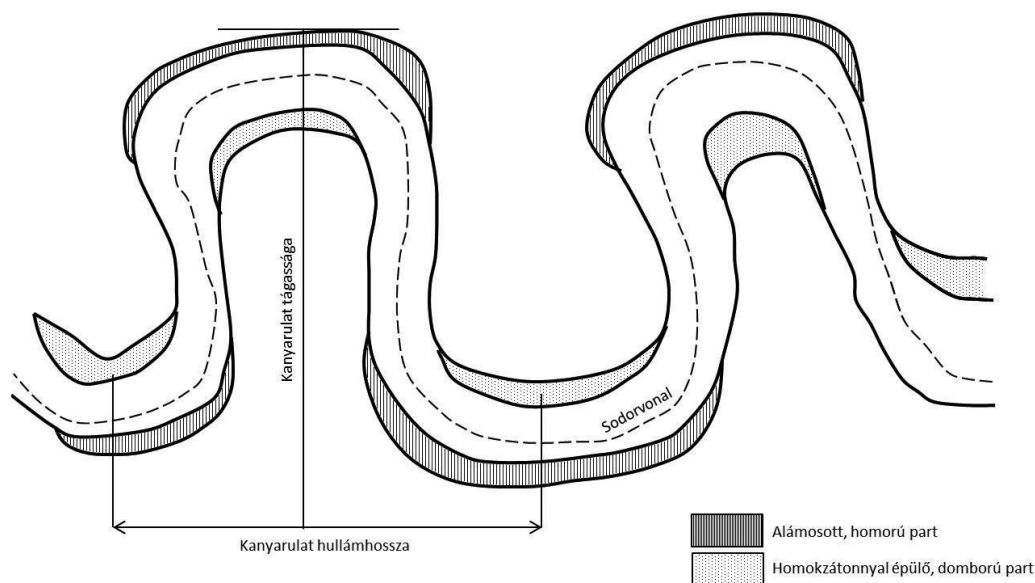
- ♦ a nagyobb, durva kőzetdarabok **görgetése**;
- ♦ a kisebb kavicsok fölemelése, előrelökése, vagyis az **ugráltatás** (szaltáció);
- ♦ a legfinomabbaknak pedig a **lebegtetése** (flotáció).
- ♦ a negyedik mód, a le nem üledő **oldott hordalék** továbbvitele.

Legnagyobb mennyiségű a vizekben a lebegtetett hordalék, amely a folyók jellegzetes színét és/vagy átlátszatlanságát adja. (Például a lösztől és az agyagtól sárga lesz: „Szőke Tisza”, „Sárga” folyó = Hoangho; a humusztól szürkésfekete: Rio Negro; a vas-hidroxidtól vörös: Vörös-folyó, Red River.) A hordalékszállítás a folyó energiájának függvényében változik, mértéke függ a vízhozamtól.

A folyókon három **szakaszjelleg** különböztetnek meg, amelynél a munkavégző (hordalékszállító) képességet (ez a lejtés irányában haladó víz helyzeti és a vízfolyás mozgási energiájából következik) és az elvégzett munka arányát vesszük figyelembe. Ez változhat ideiglenesen (például áradáskor-apadáskor) és tartósan (például klímamódosulásoknál – jégkorszak idején).

A **felsőszakasz jellegű** folyó munkavégző képessége jóval nagyobb annál, mint amennyi a hordalékának szállításához kell. Sebessége nagy, jelentős mennyiségű hordalékot termel, medrét V-alakban mélyíti. A kemény, ellenálló, nehezen málló kőzetekben – mészkő, dolomit, homokkő, konglomerátum – mély, keskeny és meredek, olykor szinte függőleges **szurdokvölgy** (spanyolul: kanyon) keletkezik. Létrejöhet kemény kőzetek hasadécai mentén és száraz éghajlaton kemény kőzetekből álló térszínen (ez utóbbiakat nevezik inkább kanyonvölgynek).

A **középszakasz** jellegűeknek a munkavégző képessége kb. megegyezik azzal, amennyi a hordalék továbbviteléhez elhasználódik. Széles tál alakú, talpas völgyben kanyarogva (meanderezve) haladnak. A **kanyargás oka**: a meder sekélyebb részén lerakott hordalékból létrejövő zátony eltéríti a folyó medervonalát (meder a felszíni mélyedésnek az a része, amelyet a vízfolyás közepes vízálláskor kitölt) eredeti irányától. A kanyarok külső oldalán alámossa a partot, laterális eróziót fejt ki, a belsőt feltöltő, üledékhalmozó tevékenység jellemzi. A túlfellett meanderek (a kis-ázsiai Menderes folyó nevéből származik) levágása árvízkor következik be.



7. ábra. Folyókanyarulatok (meanderek)

Az **alsószakasz jellegűek** energiája már nem elegendő hordalékuk szállításához, ezért azokra a hordaléklerakás, -feltöltés (akkumuláció) a jellemző. **Zátonyokat** (az aljzatról a víztükör fölé kissé kiemelkedő, homokból, kavicsból álló képződmények), **szigeteket** (minden oldalról víz határolja), **hordalékkúpokat** (a folyóvízi hordalék legyező formájú fölhalmozódása) épít. Ezek a folyómedret különálló ágakra osztják, ezáltal a folyót mederváltoztatásra készítik. A medrek folyamatos feltöltése és a hordalék árvíz kori elegyengetése vezet a **feltöltött folyami síkságok** létrejöttéhez.

OLVASNIVALÓ

A Grand-kanyonról

A híres, egyes részein 1600 méter (sőt 2000 méter is!) mély és akár 30 kilométer széles völgy kerekén 450 kilométer hosszúságban kanyarog Arizona északi felén, a Colorado-fennsíkon. Már ezek a puszták számadatok is meghökkentőek, és jól jelzik a Grand-kanyon óriási méreteit.

... Míg más völgyek bonyolult keletkezési történetükkel megzavarják a szemlélőt, a Colorado nagy kanyonjának könnyen áttekinthető fejlődési folyamata van: a fennsík lassú kiemelkedésével állandóan lépést tartó, bevágódó folyó munkája, amit aztán az erózió, geológiai mértékkel mérve rövid idő alatt, befejezett.

... Ha madártávlatból nézzük, a kanyon egyértelműen kanyarogva fut, ami tulajdonképpen nemigen illik egy ilyen mély szakadékhöz. Inkább a kisebb esésű, csendesebb folyású sík vidéki folyóknak vannak ilyen kanyarutai, a Colorado folyó ezzel szemben több mint 100 zúgóval rohan végig a völgyön. Körülbelül hatmillió évvel ezelőtt az Ős-Colorado kényelmesen kanyarogva még olyan síkságon folyt, amely alig emelkedett a tenger szintje fölé. Ekkor azonban a földkéreg lassan emelkedni kezdett alatta, és mint ahogy egy alulról megemelt fatörzsben dolgozó fűrészlap is megtartja irányát, az egyre sebesebbé váló folyó, mintegy fogságba ejtve saját kanyargó medrében, mint mélyebbre ásta magát. Iszap, homok és kavics-hordalék, a folyóvízi erózió ezekkel védi ki a sziklás medret, és a Colorado mindebből rengeteget hurcolt magával.

Forrás: FEW, R. (1995): *Vadregényes tájakon*. Magyar Könyvklub, Budapest, 33.

A folyók **torkolatuknál** érik el erózióbázisukat, ahol megszűnik a mozgásuk, és lerakják hordalékukat. A tengerbe ömlőknél **két fő torkolattípust** különböztetnek meg, a **delta-** (például a Duna, a Pó, a Nílus, a Mississippi, az Okavango – Dél-Afrika) – és a **tölcsértorkolatot** (például a Temze, a Szajna, a Loire, a Szent Lőrinc-folyó). Az előbbieket a hullámveréstől védettebb, az utóbbiak a nagy hullámverésű, jelentős árapály mozgású pontokon alakulnak. A **deltatorkolat** jelentéktelen tengerjárású tengerekbe, öblökbe, nyugodt vizű tavakba ömlő alsószakasz jellegű folyókra jellemző. Az általuk kialakított hordalékkúpon legyezőszerűen bomlanak ágakra. (Ez a torkolattípus a Nílus torkolatáról kapta a nevét, ugyanis annak alakja a görög delta betűre hasonlít. Az elnevezés a görögöktől származik.) A **tölcsértorkolat** mély vizű, a tenger felé szélesedik. Dagálykor a tenger vize „visszafelé” nyomja a folyóvizet, apálykor a visszahúzódó tengervíz magával viszi a folyó hordalékát. A tengerjárás tehát folyamatosan mélyíti és tágítja ezt a torkolattípust.

OLVASNIVALÓ

Az Okavango deltájáról

... A folyó haldoklása a *világ legnagyobb, szárazföld belsejében található deltáját* és Dél-Afrika szívének csillogó ékszerét teremtette meg.

A delta, mint egy távoli, bólogató türkiz ékesíti a Kalahári-sivatag nyugati horizontját. A víz kékje keveredik a gazdag növénytakaró, a nádak, sások és fák, vagy pálmák pompás kévéinek zöldjével. Az Okavangót jó okkal szokták oázishoz hasonlítani. Nemcsak hogy jólétet biztosít az állandó állatvilágnak, hanem messzi földről vonzza a szomjas és éhes vándorokat, különösen, amikor a visszahúzódó öntésvizek zöld legelőket hagynak medrükben.

Az *Okavango-delta* egy ősi szárazföldi medence belsejében kialakult, kiterjedt homokos síkságban terül el. A deltát tápláló vizek Közép-Angola magashegységéből 1100 kilométer távolságból mindig délkeletre tartva folynak az Észak-Becsuanaföldi medencébe.

Amint az Okavango ágakra bomlik a Serpenyőnyél tövéénél, lerakja hordalékát. A számítások szerint mintegy kétmillió tonna homok és kavics rakódik le évente a deltába. Ennél sokkalta több rakódhatott le a múltban, amikor a folyó nagyobb volt. [...] Mivel a folyómedreket az üledék ismételt elzárta, és a víz új és új utakat keresett magának, a delta idővel mind a folyás irányában, mind azzal szemben tovább épült. Elágazásaival kialakította a ma 15 500 km² területű bonyolult, legyező alakú vadvízországot.

Forrás: Few, R. (1995): *Vadregényes tájakon*. Magyar Könyvklub, Budapest, 119–120.

3.2.3. Állóvizek

A **tavak** a szárazföldön levő, önálló medencéjű, viszonylag tartósan megmaradó állóvizek, amelyek vagy egyáltalán, vagy folyóvizek révén vannak a világtengerrel összeköttetésben. Bolygónkon rengeteg a tó (milliót meghaladó a számuk), de összkiterjedésük a földfelszínnek csak 0,5%-át teszi ki. A szárazföldi vizek 99%-a azonban ezekben halmozódik fel.

A tavak medencéje keletkezhet belső (endogén) és külső (exogén) erők, vagy ezek együttesen érvényesülő hatására.

Endogén tótípusok:

- ♦ **Vulkanikus eredetű tavak**, amelyek a már nem működő **tűzhányók krátereiben** (a csatornás vulkán kürtőjének felső, tölcsérszerűen kiszélesedő szakasza) vagy **kalderáiban** (vulkáni eredetű katlanszerű mélyedés,

amely a kráter szétrobbanásakor, beszakadásakor, lepusztulásakor jön létre) találhatók. **Krátertó** például a Szent Anna-tó a Csomád kráterében, Olaszországban a Bolsenai-, a Bracciano-tó, **kalderató** például a Crater Lake (USA, Oregon állam, Cascade-hegység).

- ♦ **Tektonikus eredetűek**, amelyek árkos vetődéssel keletkeztek. Például a Balaton, a Velencei-tó, a Közép- és Kelet-Afrika árkos süllyedésének tavai: a Kivu-, a Tanganyika-, a Turkana (Rudolf)-tó.
- ♦ Exogén tótipusok:
- ♦ Az **asztroblém** (a görög „csillag” és a „seb” szavakból tevődik össze – lásd a jegyzet I.4.7. fejezetét) **keletkezésű tavak** a Naprendszerünkben származó különböző szilárd testek ütéste krátereket töltik ki. Például a Kaszpi-tó, a Bajkál-tó (régábban az endogén tavakhoz sorolták ezeket, újabban merült fel asztroblém eredetük: JAKUCS L. 1995.)
- ♦ **Glaciális eredetű**, tehát a jég munkájával létrejött medencékben lévő:
 - a belföldi jégtakaró szelektív kivéső, mélyítő erőzójával képződött **sziklamedencés tavak**, például a Kanadai- és a Balti-pajzs tavai.
 - **glint-tavak** – a belföldi jégtakaró végződésénél levő tereplépcsők (glintlépcsők) feltorlasztották a felszíni vizeket, így a glint-vonal előtti mélyedések vízzel teltek meg. Például Kanadában a Nagy-Medve, a Nagy-Rabszolga-, a Winnipeg-tó, Európában a Ladoga-, az Onyega-tó.
 - **fenék- és végmoréna tavak** – a jégkorszaki jégtömeg mozgásakor felhalmozódott morénasáncok mögött, illetve a jégtakaró által lerakott morénatakarók felszínén létrejött tavak. Például a Német- és a Lengyel-tóhátság tavai.
 - **kártavak** (tengerszemek) – a magas hegységek jégkori kárfülkéiben (hógyűjtő medencék) a firnjég (csont-hó) által kivájt kis sziklamedencékben levő, többségében kör alakú tavak. Például a Poprádi-tó a Magas-Tátrában.
 - a **fjordos tavak** – jégkori gleccserek teknővölgyeinek túlmélyített sziklamedencéiben vannak. Például az Alpokban a Salzkammerguti-, a Vierwaldstätter-tavak, a Garda-, a Comói-, a Luganói-tó.
- ♦ Hegyvidékeken viszonylag gyakoriak a **hegyomlással, suvadással** elgátolt tavak. Például a Gyergyói-havasokban lévő Gyilkos-tó, amely a Békás-patak völgyében bekövetkezett hegyomlással alakult. Hazánkban a keleméri Mohos-tó ilyen keletkezésű.
- ♦ **Morotvatavak** – a túlfejlődött folyókanyarok természetes vagy mesterséges levágásával képződnek. Például a Szelidi-tó, a Tisza mentén lévő.
- ♦ A karsztos területek **dolina**-, illetve a nagyobb kiterjedésű **poljetavai**. Az előbbire példa az Aggteleki-karszton levő Vörös-tó, az utóbbira az Ohridi- és a Shkodrai-tó (Crna Gora). Sajátos karsztos tavak a **tetaratók**. Ezek az édesvízi mészkőgátak mögött tóvá duzzadt patakok vizéből lesznek. Például a bükki Szalajka-völgyben, a horvátországi Plitvicei-tavaknál.
- ♦ A szél alakította – **deflációs** – medencékben, a csapadék és talajvíz által táplált tavak. Az alföldi futóhomokos területeinken gyakoriak. Ilyenek a szegedi Fehér-tó, a nyíregyházi Sós-tó, a Szabadkához közeli Palicsi-tó.
- ♦ Élőlények tevékenységéhez – például a hódok gátépítéséhez – kötődő **biogén tavak**.
- ♦ Az ember által kialakított **mesterséges tavak**. Ezek egy része bányató, más része víztározó. Ilyenek például Ghanában a Volta-víztározó, a Volgán a Kujbisevi-, az Angarán a Bratszki-, a Níluson a Nasszer-tó.

OLVASNIVALÓ

A Bajkál-tóról

A Bajkál-tó legmélyebb pontja 1637 m-rel van a felszín alatt. Mélységével, 635 km-es hosszával, valamint átlagos 50 km-es szélességével több vize van, mint a Föld bármely más tavának, több, mint az utána következő öt legnagyobb tónak együttesen! A Föld édesvízkészletének egyötöde itt található.

Megdöbbenő a tó régi, történelem előtti korokra visszanyúló keletkezése is. A leghitelesebb feltevések szerint 25 millió évvel ezelőtt keletkezett, míg Földünk többi, szintén ősi tavai mindössze 20 000 évesek. Ezalatt a sok-sok millió év alatt a növényzet és az állatvilág szinte külön életet élt a tóban, számtalan, máshol ismeretlen fajt produkálva. *A Bajkálban megközelítőleg 2500 különböző állat- és növényfaj él, közülük 1500 kizárólag itt.*

[...] A tó vizének szokatlan körforgására az erős szelek és a tartósan fagyos téli felszín ad magyarázatot. A helyi áramlatok képesek friss oxigént juttatni a mélyebb vízrétegekbe is. Afrikában, a Föld második legmélyebb tavában, a trópusi Tanganyika-tóban például 200 m-nél mélyebben már nincs élet. A Bajkálban azok az élőlények, amelyek képesek alkalmazkodni a sötétséghez és a roppant nyomáshoz, elképesztő mélységben is megélnek. Több mint 50 egyedi halfaj él itt, olyanok, mint a golomjanka, amelynek szinte átlátszó a teste, a tokfélék, a lazacok családjához tartozó omul – és még legalább 22 különfaj.

A tó vize bővelkedik rákokban és szivacsokban is. Ezek szerves anyagokkal táplálkoznak, és így jelentős szerepet játszanak a víz tisztántartásában. A kristálytisztá víz azonban főként a planktonikus rákokcák seregének köszönhető, amelyek kiszűrik a baktériumokat és az algákat. Ezek a parányi páncélosok hihetetlen sűrűségben – m²-enként 3 millióan – élnek a vízben.

A Bajkálban egy másik zoológiai érdekességgel is találkozhatunk. A tó az otthona a *bajkái fókának*, a Föld egyetlen édesvízi fókájának. Megközelítőleg 70 000 egyed él e vidéken, hallal táplálkoznak, és napközben a békés partokon, szigeteken sütkéreznek. A fókáktól egészen szokatlan, hogy a szárazföld belsejében éljenek. A feltételezések szerint őseik a jégkorszakban az Északi-sarkvidékről vándoroltak ide, valamelyik nagy szibériai folyó mentén.

Forrás: FEW, R. (1995): *Vadregényes tájakon*. Magyar Könyvklub, Budapest, 167–169.

A tómedencéket a folyók, a csapadék- és a talajvíz, források, gleccserpatakok táplálják. A **tavak vízháztartása** (víznyereség és vízvesztesség viszonya) az éghajlat változataitól függ. A vízutánpótlás szerint vannak **forrástavak** (talajvízből, tófenéki forrásból származik a vizük), például a Hévizi-tó, **átfolyásos** (be- és kifolyó vizei is vannak) tavak például a Balaton, a Genfi-tó, a Bodeni-tó és **végtavak** (lefolyástalanok, főként a meleg, száraz térségben levők). Az utóbbiak sótartalma a víz erőteljes párolgása miatt magas. Ilyenek például a Holt-tenger, a Kaszpi-tó, a Nagy-Sós-tó, a Csád-tó.

A tavak **vizének fizikai tulajdonságai**: a **szín**, az **átlátszóság** és a **hőmérséklet**. Az előbbi függ a lebegő hordalék és a plankton mennyiségétől és minőségétől, módosítja azt a fölötté lévő felhőzet is. Az utóbbit befolyásolják az éghajlati tényezők, a tó tengerszint feletti magassága, a víz tömege. A tavak vize állandóan mozog. A hőmérséklet mélységtől függő különbözősége függőleges áramlást, a szél hullámozást és vízszintes áramlást indukál.

A **tavak pusztulásának** oka lehet a veszteséges vízháztartás miatti kiszáradás, a lecsapolás és a feltöltődés, amelyet fokoz a növényzet és a szerves eredetű üledék növekvő mennyisége. Fertő, mocsár és végül láp lesz a tóból. A **fertő** állapotra a nyílt víztükrő foltokra bomlása, a **mocsárra** a növényzet újabb térnyerése és azzal párhuzamosan a szabad vízfelületek csökkenése, a **láp állapotra** pedig a nyílt víz teljes eltűnése jellemző.

V. A LÉGKÖR (ATMOSZFÉRA)

A Földet gömbhéjszerűen körülvevő légnemű halmazállapotú burok a **légkör** vagy **atmoszféra**. (Görög eredetű szavakból képezték. Atmosz = lélegzet, pára; szféra = burok, gömbhéj.) Ezt a több ezer km vastag burkot a gravitáció tartja a Föld felszínének közelében.

A légkör sűrűsége és nyomása a felszíntől távolodva a magassággal csökken és éles határ nélkül, fokozatosan megy át a bolygóközi térbe. Felső határának km értéke nem állapítható meg egyértelműen.

Az atmoszféra egyenlőtlen vastagságban veszi körül bolygónkat. Ennek oka a Föld tengely körüli forgása, Nap körüli keringése és a Nap gravitációja. Mivel a légkör alsó rétegei együtt forognak a Földdel, így az a centrifugális erő hatására az Egyenlítő mentén kidudorodik, a sarkokon pedig belapul. Az atmoszféra külső burkára a Nap vonzóereje hat nagyobb mértékben, ezért a bolygóközi tér felőli részén a Nap irányában nyúlik meg jobban. Kiterjedését befolyásolják a Föld mozgásaiból következő különböző napszakos és évszakos változások is. Például a „nappali” oldalon, ahol a Föld felszínét éppen éri a napsugárzás, ott kissé kidudorodik, az „éjszakai” árnyékos oldalon kissé belapul.

1. A légkör kialakulása

A Vénusz és a Mars légkörét (lásd a jegyzet I.4.4. fejezetét) alkotó gázok arányáról és fizikai tulajdonságairól adatokat szolgáltatató űrszondák révén a légkörkutatók ma már összehasonlító elemzéseket tudnak végezni a földi és legközelebbi bolygósomszédaink légkörére vonatkozóan. A földi légkör nagyon sok tulajdonságában tér el az előbbiektől, amelyeken a szén-dioxid jelenléte az uralkodó!

Ebből többek között arra lehet következtetni, hogy a légkör jelenlegi összetétele és a földi élet fejlődése egymással szoros kölcsönhatásban volt és van.

A legősibb gázburrok, az **elsődleges őslégkör** valószínűleg hidrogénből (H_2), héliumból (He), metánból (CH_4), vízgőzből (H_2O), és ammóniából (NH_3) állt. Ezeket a kis atom- és molekulatömegű anyagokat a Föld tömegvonzása nem tudta megtartani, legnagyobb részük a világűrbe távozott. Ekkor bolygónk olyan légkör nélküli égitest volt, mint napjainkban például a Hold. Ezt követően jött létre a **másodlagos őslégkör**. Összetevői, a Föld képlékeny és szilárd gömbhéjaiból intenzív vulkáni működéskor, valamint kémiai reakciókban felszabaduló gázok voltak. Például vízgőz (H_2O), szén-dioxid (CO_2), nitrogén (N_2), kéngázok (S), szénhidrogének (elsősorban metán – CH_4) és ammónia – NH_3). Tehát az elsődleges őslégkörhöz hasonlóan ez is redukáló légkör volt. Amikor bolygónk felszíni hőmérséklete lehetővé tette – kb. 3,7 milliárd évvel ezelőtt –, megkezdődött a vízgőz kicsapódása és megindult az ósóceán kialakulása. Egyes kutatók (DUNKEL Z. 1996) a másodlagos őslégkör széndioxid-koncentrációját a jelenlegi légkör koncentrációjának tízszeresére, az oxigénét a jelenlegi oxigénkoncentráció kb. 0,001 részére becsülik. (A koncentráció térfogatszázalékban értendő.)

Mikor és milyen folyamatokban változott meg a két gáz mennyisége? A légköri széndioxid-szint csökkenésének, illetve az oxigénszint emelkedésének **egyik oka** a fotoszintézést végző szervezeteknek, tehát a **növényeknek** a bolygónkon való megjelenése volt. Ezek kezdetben csak az ósóceán vizében éltek, mert a légkörben ekkor még nem alakult ki az élőket a Napból érkező UV-sugarak ellen védő ózonréteg. A másodlagos őslégkörnek feltehetően a vízgőz bomlásából keletkezett kis mennyiségű oxigénje ugyanis ehhez még nem volt elegendő. A növények fényasszimilációs folyamatában felszabaduló oxigén mennyisége kb. a földtörténeti óidő szilur

időszakának végére (kb. 420 millió évvel ezelőtt) vált „elegendővé” az „ózonpajzs” létrejöttéhez. (Az ózonréteg magasba emelkedésének következménye volt a sztratoszféra kialakulása.) A szárazföldet ez időtől birtokba vevő növények fotoszintézise révén tovább nőtt az oxigén mennyisége, és a karbon időszakban elérte, sőt túl is haladta a mai szintet.

Az előbbieken említett két légköralkotó mennyiségi változásának **másik oka**, hogy ezek különböző kémiai és geokémiai folyamatok résztvevői is voltak. A CO_2 elsősorban a tűzhányók működésekor került a légkörbe. Az ósóceán kialakulása után a gáz jelentős mennyisége feloldódott annak vizében. A létrejövő karbonátionok (CO_3^{2-}) egy része a vázépítő tengeri élőlények mészvázainak alkotója lett, más részéből mészlisztté képződött. Az előbbiekből például szerves eredetű mészkő, az utóbbiból vegyi eredetű mészkő és dolomit, tehát karbonátos üledék alakult. A szilikátos kőzetek mállásakor végbemenő kémiai reakciókban is jelentős mennyiségű légköri CO_2 kötődött meg. Az üledékes kőzetek oxidációja pedig az O_2 -koncentráció időszakos ingadozását vonta maga után.

A légkör magas **nitrogén**(N_2)-tartalma még napjainkban is a légkörkémia egyik vitatott kérdése. A szakemberek többségének véleménye szerint bioszferikus eredetű (DUNKEL Z. 1996).

2. A légkör összetétele

A levegő különböző gázok keveréke. Az atmoszférában a légneműn kívül cseppfolyós és szilárd halmazállapotú összetevők is vannak.

A meteorológiai rakétákkal és meteorológiai mesterséges holdakkal végzett kutatások kimutatták, hogy a levegő tömegének 99%-a az alsó kb. 90-100 km-es rétegben van. Ezt a részt **homoszféranak** nevezik, mert itt a függőleges légmozgások következtében a levegő összetétele és az alkotórészek aránya állandó. Az egyes összetevők mennyisége azonban a tengerszint feletti magasság növekedésével rohamosan csökken. Ezért a magashegységi túrákon oxigénhiány lép fel, amely rosszullétet okozhat. A 100 km-es magasság feletti légkör rész neve **heteroszféra**. Ebben a kisebb molekulatömegű gázok aránya nagyobb, mint a homoszférában.

A levegő **alkotórészeit** három csoportra osztják: **alap-** és **vendéggázokra**, továbbá **szennyeződésekre** (nyomanyagok).

Az **alapgázok** állandó tagjai a légkörnek, mennyiségük hosszú időn át változatlan. Ezek térfogatszázalékos megoszlása a következő: nitrogén 78,1%, oxigén 20,95%, argon (Ar) 0,93%, neon (Ne) 0,0018%. A nyomokban jelenlévő többi nemesgáz, a hélium (He), a kripton (Kr), a xenon (Xe) és a hidrogén (H_2) is alapgáz. A **nitrogén** „hígítja” a levegőt, ellensúlyozza az oxigén aktivitását. Az **oxigénre** a légzéssel disszimiláló növényeknek, állatoknak és az embereknek van szükségük. A zöld növények fényasszimilációja során a víz hasításakor képződő oxigén biztosítja a folyamatos utánpótlást.

Vendéggázok a vízgőz (0,009–3%), a szén-dioxid (CO_2 – 0,03–0,04%) és az ózon (O_3). Ezek is mindenütt jelen vannak a légkörben, de mennyiségük területenként és időszakonként különböző okok miatt eltérő, ezért ezeket **változó mennyiségű gázoknak** nevezik. Az okok lehetnek például vulkáni működés, ipari tevékenység, a levegő hőmérsékletének különbözősége nap-, illetve évszakonként.

Az **ózon** (neve görögül „szaglót” jelent – ugyanis jellegzetes szagú gáz), amely igen erős oxidálószer, elsősorban a sztratoszférában képződik. A Nap UV-sugárzása az oxigénmolekulákat atomokra bontja, amelyeknek reakciójával alakulnak ki az ózonmolekulák. Az ózon a talajközeli levegőben is előfordulhat igen kis mennyiségben. A troposzférában ugyanis ott, ahol emelkedik a nitrogén-oxidok és a szénhidrogének koncentrációja, a napsugárzás hatására végbemenő kémiai reakciókban ózon is felszabadul, tehát itt, ilyen esetekben mennyisége növekedik. A sztratoszférában viszont például a halogénezett szénhidrogének (freonok) jelenléte az ózontartalom csökkenését vonja maga után. Az ózon arányváltozásának – mind a troposzférikus növekedésének, mind a sztratoszférikus csökkenésének – az élővilágra nézve katasztrofális következményei várhatók (például az UV-sugárzás erősödése, a sejtkárosodás, a „nyári szmog” létrejötte, amely rontja a tüdő hatásfokát).

A **szén-dioxid** (CO_2) a zöld növények egyik „tápanyaga”, amelyből (és természetesen a vízből) a napfény energiájának felhasználásával szerves anyagot állítanak elő. E gáz légköri mennyiségét évmilliókon keresztül természetes folyamatok (a bioszféra és az óceánok elnyelték, az élők kibocsátották, illetve felszabadult az óceánokból) tartották többé-kevésbé azonos értéken. Az ember ipari és fakitermelő tevékenységének egyre növekvő üteme felborította

ezt az egyensúlyt, amely a szén-dioxid-koncentráció fokozatos emelkedéséhez vezetett. Ez azért veszélyes, mert a vendéggázok közül elsősorban a **szén-dioxid** és a **vízgőz** „felelősek” az **üvegházhatásért**. Ennek fokozódása a légkör felmelegedését, globális éghajlatváltozásokat vált ki.

A **szennyeződések (nyomanyagok)**, a vízhez hasonlóan mindhárom halmazállapotban előfordulnak a levegőben. Mennyiségük már egészen rövid időtartamon és kis területen belül is változhat. Lehetnek földi (terresztrikus) és kozmikus (világűrből származó porszemcsék) eredetűek. Az előbbiek vagy természetes úton (például erdőtűz, vulkánkitörés, sivatagi porvihar, tengeri só, virágpor, baktériumok sodrása a szelekkel) vagy emberi tevékenységekkel (például közlekedés, ipari termelés, háztartási fűtés) jutnak a légkörbe. A **leggyakoribb szennyeződések**: a kén-dioxid (SO_2), a nitrogén-monoxid (NO), a nitrogén-dioxid (NO_2), a szén-monoxid (CO), a szénhidrogének (például metán (CH_4)), a finom eloszlású korom, pernye, füst, por, virágpor.

A lebegő részecskék a légkör alsó rétegeiben vannak a legnagyobb mennyiségben. A **szilárd szennyeződések**, mint **kicsapódási magvak** a felhőelemek képződéséhez szükségesek. Ezekre válik ki ugyanis a levegőben levő vízgőz. Ha egy térség fölött a levegőréteg erősen szennyezett, akkor akadályozott a napsugarak földfelszínre jutása.

A nyomanyagok közül a **metán** részben biológiai eredetű, természetes forrásai a mocsarak. Egyre nagyobb mennyiség kerül a levegőbe a rizsföldekről és az állati fermentációból. Kevésbé ismert az a tény, hogy a metán is fontos **üvegházgáz**. A **szén-monoxid** természetes módon mikroorganizmusok anyagcseréjekor, esetleg források gázösszetevőiből jut a légkörbe. Ahol a talajművelésben nagy mennyiségben alkalmaznak műtrágyát, ott jelentős a talajok **nitrogén-oxid** (NO és NO_2) kibocsátása, a mikroorganizmusok nitrifikációs, illetve denitrifikációs tevékenysége révén. A belsőégésű motorokból a légkörbe távozó ún. elsődleges szennyezőanyagok között is ott találjuk a szénhidrogéneket, a szén-monoxidot, a nitrogén-oxidokat. Az utóbbiak az erőművekből és a lakások fűtésekor kerülnek a légtérbe. A levegő savasodásáért felelős **kénvegyületeknek** is van biológiai forrásuk, de főként a fosszilis tüzelőanyagok (kőolaj, szén) égetésekor keletkeznek. (A savasodásban a nitrogén-oxidok is közrejátsszanak.)

3. A légkör függőleges tagozódása

A légkört a hőmérséklet magasság szerinti változása alapján három rétegre, alsó, középső és felső légkörre osztják.

Az **alsó légkör** vastagsága kb. 50–60 km. **Troposzférára** és **sztratoszférára** tagolódik. A **troposzféra** a Föld felszínétől átlagosan 12 km magasságig terjed. Az egyenlítői térségben kb. 17 km vastag, amely érték a sarkokig 7-8 km-re csökken. Térségünkben kb. 11 km. Ez a légkörrész tartalmazza a levegő tömegének 4/5 részét, a légkör összes vízgőzkészletének kb. 90%-át. Itt képződnek a felhők, amelyekből sokféle csapadéktípus jut le a felszínre. Ez az időjárási események helyszíne is. E szférában felfelé haladva csökken a hőmérséklet, 100 m-ként átlagosan 0,6 °C-kal. Felső határán az egyenlítői térségben kb. –80 °C, a sarkok felett kb. –50 °C van. A magassággal ritkul a levegő, alacsonyabb lesz a levegőoszlop, tehát csökken a légnyomás is. Jellemző itt a függőleges és a vízszintes légmozgás egyaránt. A függőleges irányút a felszíni és a magasabban levő levegő közötti hőmérséklet-különbség, a vízszintes irányút, tehát a szelet pedig az azonos szinten kialakult légnyomáskülönbség tartja fenn.

A troposzféra van közvetlen kapcsolatban az egyéb földi szférákkal, a bio-, a hidro- és a litoszférával.

A **tropopauza** (pauza = szünet) vezet át a **sztratoszférába**. A légköri ózon kb. 80%-a e szféra 15–25 km közötti sávjában van. Az ózon ebben a légkörrészben az UV-sugárzás energiájának felhasználásával képződik az oxigénből. Az energiaelnyelés felmelegedést okoz, ezért a sztratoszféra felső határánál, a **sztratopauzában** a hőmérséklet 0 °C körüli. A sztratoszférában erőteljes vízszintes áramlatok vannak, függőleges levegőkeveredés azonban nincs.

A kb. 35 km vastagságú **mezoszférában**, a légkör középső részében jelentős a hőmérséklet-csökkenés. A **mezo-pauzában** már kb. –90 °C van. Ez a szint a leghidegebb légkörrész. (Az egyes rétegek változó hőmérsékletének oka az, hogy a napsugárzás különböző részei eltérő mértékben nyelődnek el bennük.)

A felső légkör a kb. 1000 km-es magasságig terjedő **termoszférából** (ionoszféra) és az a fölötti **exoszférából** áll. A kettő között van a **termopauza**. A termoszférában levő ionizált rétegek vezetik az elektromosságot. Ezért itt magas a hőmérséklet, meghaladja az 1000 °C-t. Az ionizációs folyamatokban, mint például a sarki fény, döntő a napsugárzás. Ezek a rétegek visszaverik a rövidhullámú rádióhullámokat. Ebből következően lehet a rövidhullámon sugárzó rádióadók műsorát több ezer km távolságban is fogni. A termoszféra védi a földfelszínt a gamma, a röntgen és részben az UV-sugaraktól. Az **exoszféra** anyagai mennek át fokozatosan a bolygóközi térbe.

A felső légkör már a **heteroszféra**hoz tartozik. Néhány gáz, mint például a hélium és a hidrogén, itt nagyobb arányban van jelen, mint az alsóbb rétegekben.

4. Az atmoszféra mint az időjárás színtere

A levegőnek mint gáznak az állapota három adattal jellemezhető egyértelműen, a hőmérséklettel, a nyomással és a térfogattal. A troposzférában lejátszódó légköri jelenségek a levegőnek (gáznak) az állapotváltozásai. Ezek az időjárásban és az éghajlatban döntenek.

Az **idő** nem más, mint a légkör pillanatnyi fizikai állapota. Ezt jellemző tulajdonságai alapján nevezzük meg a mindennapi életben. Az idő lehet szép, derült, borús, esős, hideg stb. Az **időjárás** a légkör fizikai jellemzőinek és folyamatainak egy adott földrajzi helyen, rövidebb időszakokra jellemző, a környezettel is kölcsönhatásban álló rendszere. Röviden a légkör fizikai állapotának változása. A fizikai folyamatok az atmoszféra alsó, kb. 15 km-es rétegében mennek végbe. Az **éghajlat** egy földrajzi hely időjárási rendszere, kifejezi azt, hogy egy adott helyen, hosszabb időszakot tekintve milyen az időjárás. Az éghajlat tehát átlagos időjárás.

Földrajzi környezetünk valamennyi tényezője összefügg egymással, a vezető szerep az éghajlaté. Az **éghajlat** határozza meg a természetes növénytakarót, az állatvilágot, a szabadföldön termesztett növényeket és tenyésztett állatokat, befolyásolja a felszíninformáló külső erőket, a talaj képződését, a terület vízrajzát.

Egy térség éghajlatát kozmikus és földrajzi tényezők egyaránt alakítják. Kozmikus tényezőktől (például az éghajlati folyamatok energiáját biztosító napsugárzás, illetve annak megoszlása – ami a földrajzi szélesség függvénye) függ az éghajlat zonalitása, amelyet földrajzi tényezők, mint például az óceánoktól való távolság, a domborzati viszonyok, a tengerszint feletti magasság, a földfelszín anyagai, a növényzet, az emberi létesítmények módosítanak.

A Földön **három** nagy **szoláris éghajlati övezet** alakult ki, a trópusi, a mérsékelt és a hideg. A **trópusi** az Egyenlítő és a Rák-, valamint a Baktérítő között van, kb. az északi és a déli szélesség $\pm 23,5^\circ$ -áig terjed. A **mérsékelt övezet** a térítőktől a sarkkörökig, tehát az északi és a déli szélesség $\pm 23,5^\circ$ -ától a $\pm 66,5^\circ$ -áig húzódik. A **hideg övezet** az Északi- és a Déli-sarkkörtől a pólusokig tart. Az övezetek övekre és tartományokra tagozódnak. Ezeket a következő táblázat mutatja be.

Hideg övezet	sarki öv	
	sarkkörü öv	
Mérsékelt övezet	hideg mérsékelt öv	
	valódi mérsékelt öv	óceáni tartományok
		mérsékeltén szárazföldi tartományok
		szárazföldi tartományok
		szélsőségesen szárazföldi tartományok
	meleg mérsékelt öv	mediterrán tartományok monszun tartományok
Forró övezet	monszunvidék	
	térítői öv	
	átmeneti öv	
	egyenlítői öv	
Függőleges övezetességű hegyvidékek		

1. táblázat. A Föld valódi övezetessége

Az időjárás és az éghajlat összetett fogalmak. A mindkettőben jelen lévő, együttesen ható, illetve változó tényezők az **időjárási** vagy **éghajlati elemek**. Ezek a **napsugárzás**, a **levegő hőmérséklete**, **vízháztartása**, **mozgása**, a **légnyomás**, a légkör **fény- és hangjelenségei**.

OLVASNIVALÓ

A népi időjósáslásról

Az időjáráshoz, illetve az évszakonként jellemző jelenségeihez hazánkban (is) sok érdekes „népi” elnevezés (például fagyosszentek, vénasszonyok nyara), „jóslás” társul. Ezek évszázados megfigyelések tapasztalatait összegzik. Az időjárási eseményekről, különösen az átlagostól eltérőkről, az ókortól kezdve ismerünk leírásokat (például Hérodotosztól (i. e. 484–408), Sztrabontól (i. e. 1. században). Népi bölcsességeket pedig már a babiloniak is megfogalmaztak. A légköri jelenségekkel foglalkozó tudománynak, a meteorológiának az elnevezése szintén ókori eredetű, Arisztoteléstől (i. e. 384–322) származik.

A növények és az állatok viselkedésének, az időjárási elemeknek a megfigyeléséből, az észlelt változásokból elődeink következtettek a rövid és hosszú távon várható időjárásra, sőt a természet eredményekre is. Ezek egy része ma is helytálló, másoknak nincs valóságalapjuk.

Nézzünk néhány példát: „Pál-fordulás” január 25-e. „Télfordulás” – írta róla a csízio (ünnepnap-tár volt). A hideg téli napok végét jelzi. E nap után általában enyhülés szokott következni. A Gyertyaszentelő Boldogasszony napjához (február 2-a) sokféle népi hiedelem kapcsolódik. „Ha fénylik Gyertyaszentelő, az ízéket (a takarmányból kihullott, megmaradt szálak) is vedd elő”; „Ha süt a Nap ekkor, nagyobb hideg jön, mint eddig volt”; Ha a medve kijöve a barlangjából napos időt talál, azaz meglátja saját árnyékát, visszabújik oda, mert még hosszú lesz a tél.”⁵

Mindegyik hiedelem azt jelzi, hogy a február eleji enyhülést hideg idő követi. A téli időjárás szakaszosságából következően az esetek többségében így is van.

Sokak véleménye szerint – olvasható Herczeg-Vojnits (1981): *Időjós élővilág* (Natura, 187.) című igen érdekes könyvében – az időjós medvék alakját Jókai Mór fantáziája keltette életre. Az Új földesúr egyik fejezetéből megtudjuk, hogy „A medve igen nagy filozófus ... Van egy napja a télnek, aminek „gyertyaszentelő” a neve. Miről tudja meg a medve e nap feltűnését a naptárban? az még a természetbúvárok felfedezésére váró titok. Elég az hozzá, hogy gyertyaszentelő napján a medve elhagyja odúját, kijön széttekinteni a világban. Azt nézi, milyen idő van! Ha azt látja, hogy szép, verőfényes idő van, a hó olvad, az ég tavasz-kék, ostoba cinkék elhamarkodott himnuszokat cincognak a képzelt tavasznak s lombnak nézik a fán a fagyöngyöt, ha lágy, hízog szellők lengedeznek, akkor a medve – visszamegy odújába, pihent oldalára fekszik, talpa közé dugja az orrát s még negyven napot aluszik tovább: – mert ez még csak a tél kacérkodása.

Ha azonban gyertyaszentelő napján azt látja a medve, hogy rút, zimankós fürgeteg van; hordja a szél a hópelyheket, [...] – ha jégcsap hull a fenyők zúzmarás szakálláról; ha farkas ordít az erdő mélyén; akkor a medve megrázza bundáját, megtörli szemeit és kinn marad; nem megy többet vissza odújába, hanem nekiindul elszánt jókedvvel az erdőnek.

Mert a medve tudja azt jól, hogy a tél most adja ki utolsó mérgét.”⁶

Közismert, hogy „Sándor (márc. 18.), József (márc. 19.) és Benedek (márc. 21.) zsákban hozzák a meleget.” Ez idő tájt érkeznek a Kárpát-medencébe a langyos, tavaszias légtömegek, tehát ekkor valóban felmelegedés jellemzi időjárásunkat.

„Áprilisban hét tél, hét nyár...” van. Ez a népi mondás találóan utal a hónap változékony, sokszor szélsőséges időjárására. A szeptember 8-ai Mária-nap a „fecskenhajtó kisasszony” napja. Azt tartották a régi öregek, hogy amilyen ekkor a hőmérséklet és amennyi a csapadék mennyisége, olyan lesz az ezt követő 40 napé is. Sem ezek, sem a Mihály(szeptember 29.)-naphoz fűződő időjósítások (pl.: „a Mihály-napi dörgés szép őszt, de kemény telet jelez; ha ezen a napon még itt van a fecske, úgy újévig nem lesz hideg”) nem bizonyultak helytállóknak.

⁵ XANTUS J. (1981): *A természet kalendáriuma*. Albatrosz Kiadó, 469.

⁶ HERCZEG É. – VOJNITS A. (1981): *Időjós élővilág*. Natura Kiadó, 188.

A füstifecskék esőjólásának van némi alapja. Móra Ferenc a *Parasztjaim* című elbeszélésében idézi a régi szólásmondást: „ha a főskek lent röpködnek, eső lesz”. Az okát is megmondja: „Nem abból lösz az eső, hogy ők alacsonyan röpködnek. Az csak azért van, mert a vízpára lenyomi a bogarat, akit a főske kerget.”

Mórának igaza volt! A rovarok észlelik az időjárási elemek változását, a fecskék – akik csak a repülő rovarokat képesek elkapni – azt látják, hogy leendő táplálékuk alacsonyabban repdes a megszokottnál. Mi emberek, a fecskék repülésmagasságának megváltozásából következtetünk az esőre.

Az időjárásnak és az éghajlatnak az emberekre gyakorolt hatása igen összetett. Hat ránk a levegő minősége (tishta vagy szennyezett volta), a hőmérséklete (ez közérzetünk szempontjából fontos), a légnyomás hirtelen változása (kritikus időpont a meleg- illetve hidegfrontok átvonulása utáni időjárási helyzet), a sugárzások (pl. az UV-sugárzás). Az időjárás változása, illetve az azokból következő ingerek az emberekből életkoruk, nemük, alkatuk és egészségi állapotuk függvényében eltérő fizikai és/vagy pszichikai reakciókat váltanak ki.

Forrás: HERCZEG É. – VOJNITS A. (1981): *Időjós élővilág*. Natura Kiadó, Budapest.

Forrás: KANCSLER GY. – BIHARINÉ KREKÓ I. (1997): „Új év, új év, új esztendő!” *Óvodai Nevelés*, 1.

5. Az időjárási vagy éghajlati elemek

5.1. A napsugárzás

A **napsugárzás** energiája a légköri, éghajlati folyamatok mozgatója, erre épül az előbbieken említett szoláris éghajlatrendszer. Biztosítja a levegő hőmérsékletét, a légkörben lejátszódó minden időjárási jelenséghez az energiát, alakítja a légáramlásokat, a víz halmazállapotát, mozgásban tartja a szélrendszereket.

A **Nap elektromágneses sugárzást bocsát ki**, amely hullámokban tovaterjedő elektromágneses energia. (Lásd az I.4.1. és a 4.2. fejezeteket.)

Közülük a legrövidebb hullámhosszú, legnagyobb energiájú, életveszélyes **gamma- és röntgensugarak** nem jutnak le a felszínre. Ezt követi az emberi szemnek szintén láthatatlan **ultraibolya (UV)-tartomány**, amelybe a 100–400 nanométer (nm) hullámhosszúság közé eső sugarak tartoznak. Az UV-sugarak szállítják az összes energiamennyiség 4%-át. A következő tartomány az emberi szem által érzékelhető **látható fény**, hullámhossza 400–700 nm közötti. Ez adja az összes energia 56%-át. A 700 nm-nél hosszabb **infravörös** vagy **hősugarak** pedig a 40%-át. Az ember szabad szemmel ezeket sem érzékeli.

A légkör külső felületét elérő sugárzásmennyiségnek csak kb. 47%-a jut el a felszínig. A légkörön áthaladva ugyanis a levegő alkotórészei **elnyelik** (abszorpció) (például az ózon az élőlényekre veszélyes UV-sugarakat, a vízgőz és a szén-dioxid pedig a hősugarak egy részét), **szétszórják** (a levegőmolekulák, porszemcsék, páracseppek), illetve **visszaverik** (reflexió) (a felhőelemek, felhők és szennyeződések) az elektromágneses sugárzás nagyobbik hányadát.

A fény szóródása nem egyéb, mint a sugárzás haladási irányának módosulása az útjukba kerülő levegőmolekulák (például: nitrogén, oxigén) miatt. A spektrum kék (rövidhullám) tartománya jobban szóródik, mint a vörös (hosszúhullám), ezért látjuk **kéknek** az eget. A **szórt sugárzás** egy része eléri a felszínt. Ennek az ég- vagy diffúz sugárzásnak köszönhető a hajnali és az esti „szürkület”.

A **besugárzás** (inszoláció) a Föld felszínére ténylegesen lejutó diffúz és direkt (közvetlen, egyenes vonalú) sugárzás összege. Ennek egy része felmelegíti a felszínt (szárazulat, vízfelület), más része infravörös hullámok formájában onnan visszaverődik. A besugárzás mértékét befolyásolja a felszín **fényvisszaverő képessége** (albedó), amely függ például a felszín színétől, borítottságától (növényzet, hó, jég), a **napsugarak beesési szögétől**, a **napsugárzás időtartamától**, a **lejtők égtáji helyzetétől** és **hajlásszögétől** (az északi félgömbön a déli és meredekebb lejtők melegszenek fel jobban).

A besugárzott energiától felmelegített szárazulatok és vízfelszínek hősugarakat bocsátanak ki. A **kisugárzott** hőmennyiség kisebbik hányada távozik a világűrbe. Nagyobbik felét elnyelik a vízgőz, a szén-dioxid és egyéb, nyomokban jelen lévő gázok, például: dinitrogén-oxid (N_2O), metán (CH_4), halogénezett szénhidrogén (freon – például CFCl_3), és viaszugározzák a felszínre. Ez a légkörben elnyelt energia emeli meg a Föld-légkör rendszer hőmérsékletét. (A Föld átlagos hőmérséklete $+14\text{ }^\circ\text{C}$.) A kertészeti üvegházakban a leírtakhoz hasonló folyamat megy végbe, ezért a légkör melegmegőrző hatását **üvegházhatásnak** nevezik.

5.2. A levegő hőmérséklete

Földünk különböző tájaira a napsugárzással – a földrajzi szélesség, a nap- és az évszak függvényében stb. – eltérő mennyiségű energia érkezik. A szárazulat és a vízfelület különböző fajhője (lásd IV.2.2. fejezetet) miatt az előbbiek gyorsabban melegednek fel, mint az utóbbiak. Közismert a Világtenger hőtároló szerepe. Mivel a felszínen levő anyagok fényvisszaverő képessége szintén különbözik egymástól, ezért igen kis térségeken belül is jelentős hőmérséklet-különbségek tapasztalhatók.

A levegő közvetett úton melegszik fel, amely bonyolult fizikai folyamat. **Hővezetéssel** a földfelszínközeli pár cm-es levegőréteg melegedik föl. A fölmelegedett levegő sűrűsége csökken, ezért fölemelkedik, kiterjed, helyére hidegebb levegő áramlik. Tehát a troposzféra magasabban fekvő rétegei **konvekcióval** (függőleges feláramlással) melegednek fel. A levegő hőmérséklete változik napszakonként és az év folyamán is. Napkeltétől kb. 14-15 óráig emelkedik, majd csökken. A 14-15 órára kialakuló hőmérsékleti maximumnak az a magyarázata, hogy a levegő közvetett felmelegedéséhez idő kell. Éjjel azért hűl le a levegő, mert ebben a napszakban csak kisugárzás van. A hőmérséklet napi járásának végső oka a Föld tengely körüli forgása, az évi járásának pedig a Föld Nap körüli keringése és állandó irányú tengelyferdesége.

5.3. A levegő vízháztartása

A **víz** a levegő egyik vendéganyaga, amely benne mindhárom halmazállapotában előfordul; oda a felszíni vizek párolgása és az élő szervezetek párologtatása révén kerül. A levegő vízgőzbefogadó képessége hőmérsékletének függvénye. A meleg levegőé nagyobb, mint a hidegé! A levegő vízgőztartalma többféleképpen adható meg.

Az **abszolút (tényleges) páratartalom** az 1 m^3 levegőben levő pára grammokban. A **relatív (viszonylagos)** pedig a levegő vízgőzzel való telítettségének foka. Azt mutatja meg, hogy adott hőmérsékleten térfogategységnyi (m^3) levegőben a **telítési értéknek** hány százaléka van jelen. Míg az abszolút páratartalom a levegő hőmérsékletével egyenes, addig a relatív páratartalom fordított arányban változik. Például a levegő lehűlésekor az előbbinek az értéke alig, az utóbbié ugrásszerűen módosul. A **harmat- vagy telítettségi pont** az a hőmérséklet, amelyet elérve a levegő tényleges vízgőztartalmának megváltoztatása nélkül válik telítetté. Ez az a hőmérséklet tehát, amelyen relatív nedvességtartalma eléri a 100%-ot. Ha a levegő a harmatpont alá hűl, akkor a benne levő vízgőz cseppfolyóssá válva kicsapódik, megindul a felhő-, illetve a csapadékképződés.

A **csapadék** lehet **felszíni**, talajmenti (mikrocsapadék) és **hulló** (makrocsapadék). Az előbbi esetben a cseppfolyós vagy a szilárd halmazállapotú víz a felszínre vagy annak közelébe (villanyvezetékekre, faágakra stb.) válik ki. Ilyen csapadékok a **harmat**, a **dér**, a **zúzmara**. Az utóbbi típusnál (hulló csapadékok) a vízcseppek, illetve a jégkristályok a légkör magasabb rétegeiben lévő kicsapódási (kondenzációs) magvakra csapódnak ki. Az így létrejövő **felhőelemekből felhő** képződik, amelyekből **eső**, **ónos eső**, **jégeső**, **hó**, **havaseső**, **hódara** hullhat.

5.3.1. A felhők

A **felhők összetételük** alapján lehetnek víz-, jég-, és vegyes felhők. **Alakjuk és vastagságuk** szerint két alaptípusuk van, a **réteges** (sztrátusz) és a **gomolyos** (kumulusz). Az előbbiek vízszintesen jóval nagyobb kiterjedésűek, mint függőlegesen. Az utóbbiak „halmokban” jelennek meg, vastagságuk, vagyis függőleges kiterjedésük jelentős. Magasságuk szerint a felhők lehetnek alacsony, középmagas és magas szintűek, illetve többszintűek, emeletesek.

A tíz nemzetközileg megkülönböztetett felhőtípus, amelyek az előbbieken ismertetett felhőcsoportosítások kombinációi, a következők:

- ♦ **Pehelyfelhő** (cirrusz) – jégkristályokból álló, magas szintű felhő (5–13 km magasságban alakul ki), az ottani heves légáramlatokat jelzi. Törékeny, leheletfinom szerkezetű, rostos megjelenésű, elülső vége kampószerű. Erős szélben „lófarokká” húzódik szét.

- **Báránfelhő** – (cirrokumulusz) – magas szintű kis gomolyfelhő, apró, fehér, szabályosan elhelyezkedő „pamacsokból” áll. Jégfelhő.
- **Altosztrátusz** – közép magas szintű rétegfelhő (2–7 km között lebeg). Szürke, esetenként kékes színű, külsőleg sávós megjelenésű. Jégkristályok és vízcseppek alkotják.
- **Fátyolfelhő** (cirrosztrátusz) – a pehelyfelhők besűrűsödésekor alakul ki. Vékony, tejszerű lepelként borítja az eget. Magas szintű rétegfelhő, elsősorban jégkristályokból van.
- **Párnafelhő** (altokumulusz) – közép magas szintű, labda, henger vagy pamacs alakú gomolyfelhők, általában sávosan követik egymást az égen. A párnafelhő oldala gyakran sötét, így könnyen megkülönböztethető a báránfelhőtől. Főként vízcseppekből épül fel.
- **Esőrétegfelhő** (nimbosztrátusz) – a függőleges felépítésűekhez tartozik. Sötétszürke, nagy kiterjedésű közép magas szintű csapadékfelhő. Nyáron esőt, télen havat hoz.
- **Réteges gomolyfelhő** (sztratokumulusz) – 2 km alatt lebegő, sötét foltos, szürke vagy szürkésfehér, „fenyegető” megjelenésű, nagy kiterjedésű, vízcseppekből álló felhőhenger. Esőt ritkán hoz.
- **Rétegfelhő** (sztrátusz) – alacsony szintű, a felhő alapja 2 km alatt van. Sokszor jön létre a talajról felszálló ködből. Kontúrtales esőfelhő, alatta gyakran felhőfoslányok figyelhetők meg.
- **Gomolyfelhő** (kumulusz) – ha lazán követik egymást nyári napokon, akkor „szép idő felhő”-nek nevezik a képződményt. Ez amilyen gyorsan megjelenik, ugyanolyan gyorsan el is tűnik. Az eleinte kis felhőpamacsok összetorlódva felhőtornyokká alakulhatnak, éles körvonalai jól megfigyelhetők. Függőleges felépítésűek, alapjuk 1–2 km közötti magasságban van.
- **Zivatarfelhő** (kumulonimbusz) – 500 méterről 10 km magasságig is feltornyosulhat. Sötét színű, terjedelmes gomolyfelhő, amelynek teteje gyakran üllőszerű formában terül szét. Vízcseppek, felső részükön jégkristályok alkotják. Belőle a csapadék igen hevesen hullik, amelyhez erős, lökésszerű szél is járul. (A nimbusz latin szó esőt jelent.)

A földfelszínhez közeli, réteges szerkezetű felhő a **köd**, amelyet általában vízcseppek, néha jégkristályok alkotnak. A meteorológia szerint köd az, amikor a vízszintes látástávolság 1 km alatti. Képződéséhez, a felhők létrejöttéhez hasonlóan a légköri vízgőznek a lebegő részecskékre való kicsapódása szükséges.

A hazánkban előforduló **ködfajták** a következők: kisugárzási, advekción, párolgási, frontális és a lejtőköd. A **kisugárzási** az erős felszíni kisugárzásból következő lehűlés eredménye. Általában nem túl vastag és feloszlik a napkelte után. Az **advekción (áramlási) köd** akkor képződik, amikor a jelentősen lehűlt felszín fölé melegebb levegő áramlik. Kialakulásában szerepe van a nem túl erős szélnek. A **párolgási köd** a vízfelületek fölött képződik, ha a víz hőmérséklete magasabb, mint a felette levő páradús levegőé. A **frontális köd** leggyakrabban a melegfront átvonulása előtt jelenik meg. A **lejtőköd** a hegy oldalán felemelkedő, folyamatosan lehűlő levegőben figyelhető meg.

A köd szél és/vagy napsugárzás hatására oszlik fel. Ez a vízfelületek fölött, a folyamatos nedvesség-utánpótlás miatt lassabban megy végbe. Előfordulásában napi és évi menet figyelhető meg. Kialakulásának leginkább az éjszakai órák, illetve az őszi kedveznek.

5.3.2. Csapadéktípusok

5.3.2.1. Talaj menti csapadék

Harmat akkor képződik, amikor derült, felhőtlen éjszakákon, az erős kisugárzás révén a felszín lehűl, és a közvetlenül fölött levő légréteget harmatpont alá hűti, de a hőmérséklet 0 °C feletti. A lehűlt levegő vízgőztartalma ilyenkor vízcseppekben válik ki a felszínen. Hazánkban a harmat nyári, késő tavaszi és kora őszi hajnalokon a leggyakoribb. A növények könnyebben vészeli át a szárazságot általa.

Amikor a hőmérséklet 0 °C alatti, akkor **dér** jelenik meg a talajon és az ahhoz közeli tárgyakon. 0 °C alatt ugyanis a vízgőzből aprókristályos jég szemcsék alakulnak. A magas relatív pártartalmú levegő kedvez a harmat és a dér képződésének.

Zúzmarát akkor észlelünk, ha az erősen lehűlt felszín fölé, attól néhány fokkal melegebb, vízgőzben gazdag, páradús levegő áramlik. Annak a hideg felszínhez közeli rétegei fagypontra alá hűlnek, és a benne levő vízgőz jégkristályokként válik ki a levelekre, faágakra, villanyvezetésekre, kerítésekre stb. Az időjárás függvényében a zúzmarának többféle formája ismert. Az aprókristályos, **finom zúzmara** szélcsendes időben, a **durva** az időjárási frontok mentén a túlhevült ködcseppekből, a **jeges zúzmara** pedig a nagyobb felhőcseppekből lesz. Súlyra alatt leszakadhat-

nak a villanyvezetékek, letörhetnek a fák ágai. A legzúzmarásabb területek hazánkban a magasabb hegyeinkben és a Balaton északi partján vannak.

5.3.2.2. A hulló csapadék

A felhőkből hulló cseppfolyós halmazállapotú csapadék az **eső**. A vízcseppek sugara 0,5 mm fölötti. A **cseppek mérete és hullásának módja szerint az eső többféle** lehet. Ezek a következők:

- ♦ Az igen apró szemű, 0,5 mm-nél kisebb cseppeket már a gyenge szellő is tovasodorja, szinte lebegnek a levegőben. Ilyenkor beszélünk **szitálásról, szemerkélésről**. Ez származhat rétegfelhőből és ködből.
- ♦ Rövid idő alatt, nagy mennyiségben és intenzitással érkező cseppfolyós halmazállapotú csapadék a **záporosó**, amelyben a cseppek átmérője 1,5–3 mm, vagy néha még ennél is terjedelmesebb, 5–7 mm közötti. A **hózápor** nagy hópelyhekből áll, és sűrűn hullik. A záporos csapadék kumulusz (gomoly-) vagy kumulonimbusz (zivatar-) felhőkből zúdul a tájra. Gyakran kíséri erős, élénk szél, villámlás és mennydörgés.
- ♦ Záporosóval, zivatarfelhőből 5–50 mm átmérőjű jégdarabok is érkehetnek a felszínre. A **jégeső** szilárd csapadéka általában gömb alakú, réteges szerkezetű. Kialakulásában a gyors függőleges légáramlások is fontosak. Az 5-6 km magasságig felemelkedő zivatarfelhőben a túlhevült, a felfelé törő levegővel ide-oda mozgó jégkristályokhoz újabb és újabb jégrészecskék fagnak, és ily módon olykor tojás nagyságúra is meghízhatnak.
- ♦ Az **ónos eső** és az **ónos szitálás** elsősorban januárban és februárban nehezíti meg a gyalogosok és a járművek haladását. Kialakulásának feltétele, hogy a teljes vastagságban fagypon alatti hőmérsékletű légkörben a felhők alapja és a felszín közé viszonylag meleg levegő áramoljon. Az ezen áthulló hópelyhek ott megolvadnak, a felszínhez igen közeli, fagypon alatti légrétegben túlhevült állapotba kerülnek és a felszínen, az ágakon, vezetékeken, sőt járművek felületén jéggé válnak. A vetések talajának felületén kialakuló zárt jégpáncél igen komoly gazdasági károkat okoz, mert elzárja a levegőt az áttelelő növényektől.

OLVASNIVALÓ

Az ezerszer elátkozott ónos eső

... Az esőnek a mindennapi beszédben használatos ónos vagy ólmos jelzője a magyar nyelv egyik sajátos kifejezése, amely már az első magyar nyelvű meteorológiai tankönyvben (Berde Áron 1847-ben Kolozsvárott kiadott *Légtüneménytana*) is benne van. A germán és latin nyelveken „fagyott” vagy „túlhevült esőnek” nevezik ezt a jelenséget. Az ón, illetve ónos szavunk finnugor eredetű, amely egy 1138-ból származó írásos emléken fordul elő először. Az ón feltehetően az ősi onu, olnu szóból származik. Az ólom viszont újabb keletű szó, amely 1490-től szerepel az oklevelekben. A két szó jelentése csak a 19. században különült el egymástól. Ettől kezdve jelöli az ólom az úgynevezett fekete ónt, az ón pedig az akkor még fehér ónnak nevezett fémét. E fémek színe, viszonylag nagy fajsúlya tükröződik az ónos eső, az ónos szitálás vagy az ónos idő elnevezésekben.

Forrás: BARTHOLY J.–WEIDINGER T. (1998): Az ezerszer elátkozott ónos eső. *Természetbúvár*, 1, 19.

- ♦ A **havas eső** esőcseppek és hópelyhek keverékéből álló csapadék. A hópelyhek melegebb légrétegbe jutva elolvadnak.
- ♦ **Hódara** képződik akkor, ha a hópelyhek hullásukkor 0 °C feletti levegőrétegbe jutnak. Ilyenkor külső részük megolvad, majd 0 °C alatti légrétegbe kerülve a víz a felületükön megfagy. A hópelyheket ebből következően vékony jégréteg burkolja.

- ♦ Szilárd halmazállapotú, esőrétegfelhőkből hulló csapadék a **hó**. Ahol a légkörben $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatti a hőmérséklet, ott a vízgőz ráfagy a lebegő szennyező anyagokra és **jégkristály** (hó-kristály) képződik belőle. Ezekre újabb és újabb vízgőzmolekulák fagynak, és különböző alakzatok jönnek létre. A kristály növekedését, formáját meghatározza a hőmérséklet, a szél, a nedvességtartalom és a légnyomás. A bonyolultabb formák magasabb hőmérsékleten és nagyobb páramennyiség mellett képződnek. A lefelé hulló kristályok egymáshoz ütődve megsérülnek, szétdarabolódnak, majd ismét összetapadva újabb kristályokká válnak. Az alsóbb, melegebb légrétegben egymáshoz tapadó **kristályokból hóhelyhek** lesznek. A jégkristályok igen nagy formagazdagsága – lehetnek oszlop, tű, csillag, szabálytalan stb. –, képződésük előbbiekben végigkövetett menetének a következménye. A hatszögletes alapforma, a szimmetria azonban mindegyikre jellemző, amely a legnagyobb valószínűséggel a vízmolekulák egymáshoz kapcsolódásából adódik. (A vízben az oxigén és a hidrogénatomok kb. 120 fokos szögben kapcsolódnak, ez a szögérték jellemzi a hatszöges forma belső szögeit is). W. A. Bentley amerikai farmer több mint 40 évig fényképezte a hóhelyheket mikroszkópon keresztül. A fotók alapján a hó-kristályokról készült rajzok láthatók például: a Szemtanú sorozat *Időjárás* című kötetének (Park Kiadó, 1992) 40. oldalán, valamint Bartholy–Mészáros (1998) *A tél művészete* című cikkében (*Természetbúvár*, 6, 16.).

A felszín beborító hótakaró lehet finom, apró, száraz **porhó** és durvább, nagyobb nedvességtartalmú **tapadó hó**. **Tömörödhet** (firnesedés) saját súlyától, a felületén végbemenő olvadás-megfagyás váltakozásából, folyamatos taposáskor. Szeles helyeken **hótorlaszok** jöhetnek létre. Nagy mennyiségű hó a felsikló frontok mentén esik. A hidegfrontokhoz kapcsolódó téli zivatarok kísérője is gyakran havazás.

A hóhelyhek között sok levegőmolekulát tartalmazó **hótakaró** rossz hővezető képességű, ezért megvédi a talajban áttelelő növényrészeket (magvak, gyökerek, módosult száraz, gyökerek) és állatokat a fagykárosodástól. A téli álmat alvó növényevő rágcsálók és patások életben maradási esélyeit viszont jelentősen rontja a tartósan vastag hólepel.

A hó **színét** vizsgálva kiderül, hogy az egyes jégkristályok átlátszóak, tehát nem fehérek, csak a halmazuk átlátszatlan, fehér színű. Halmazuk ugyanis szabálytalan felületű, darabjai más-más irányban verik vissza a rájuk eső fénysugarakat. A fehér szín a fényszóródás következménye.

5.4. A légnyomás

A levegő tömege a gravitációs erő következtében nyomást fejt ki a felszínre, tárgyakra, élőlényekre. A **légnyomás** a levegő súlyának felületegységre (m^2) ható értéke, amely a tengerszint feletti magassággal csökken. Nagysága a tengerszinten, 0° -os hőmérsékleten $1013,25\text{ hPa}$ (hektopaszkal), amely megfelel 760 mm magas higanyoszlop nyomásának. Barométerrel mérik az értékét.

(1644-ben Evangelista Torricelli készítette el az első higanyos barométert, és kimutatta vele, hogy a légnyomás értéke változik. 1648-ban Blaise Pascal igazolta Torricelli azon gondolatának helyességét, hogy a levegőnek súlya, vagyis nyomása van. Méréssel bizonyította, hogy egy magas hegy csúcsán alacsonyabb az értéke, mint a hegy lábánál, hisz a hegycsúcs fölött a légtömeg magassága kisebb).

A **légnyomás** a hőmérséklethez hasonlóan napszakonként és évszakonként változik. Napi maximuma kb. 10 és 22 órákor, minimuma 4 és 16 órákor van. A hegyvidékeken délután a felfelé áramló levegőnek köszönhetően értéke növekedik. A mérsékelt övezetben télen a szárazföld belsejében magas, a tengerek, óceánok felett alacsony az értéke, nyáron fordított a légnyomáshelyzet.

Földi eloszlásában szabályosság és övezetesség van. Az Egyenlítő térségében alacsony, kb. a $30.$ szélességi körök mentén magas. A mérsékelt övezetben évszakonként különböző. Ott a légnyomási mezőben alacsony nyomású ciklonok és magas nyomású anticiklonok alakulnak ki. Nagyjából a $60.$ szélességi kör környékén ismét alacsony, a sarkokon pedig magas légnyomású öv van.

5.5. A levegő mozgása

A levegő egyensúlyi állapotra törekszik, vagyis arra, hogy egy adott szintjén mindenhol azonos legyen a légnyomás. Ezért mozdul el vízszintes irányban, a földfelszínnel párhuzamosan. Ez a mozgás a **szél**. Mindig a magasabb légnyomású hely felől fúj az alacsonyabb légnyomású felé. (A légnyomáskülönbséget a hőmérséklet-különbség hozza létre).

A **szél jellemzői**: iránya, sebessége, nyomása. **Iránya** mindig az, ahonnan fúj. Meghatározásának régi eszköze a szélkakas (eredetileg vallási jelkép volt) és a szélzászló.

A szél **nyomást** fejt ki az útjában lévő tárgyakra. Értékét pascalban (Pa) adják meg ($1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$).

Sebességének mértékegysége m/s és a csomó (tengeri mérföld/óra; 1 tengeri mérföld 1852 m). Ismert és sokak által használt a Beaufort-skála is, amelynek fokozatai 0–12 között vannak. A szélerő megnevezése összefügg a sebességével és környezetére gyakorolt hatásával. A szélsébség növekedésének függvényében beszélhetünk **szélcsendről** (0–0,2 m/s – a füst egyenletesen száll fölfelé); **enyhe légmozgásról** (0,3–1,5 m/s – a szélirányt csak a felszálló füstön lehet észlelni, a szélzászló nem); **gyenge vagy könnyű szellőről** (1,6–3,3 m/s – a szél érezhető az arcon, a levelek rezegnek, a szélzászló mozog); **gyenge szélről** (3,4–5,4 m/s – a levelek és a vékony gallyak mozognak, a szélzászló lobog); **mérsékelt szélről** (5,5–7,9 m/s – a port és a felszínre hullott papírt megemeli, a gallyak és a kisebb ágak mozognak); **élénk szélről** (8,0–10,7 m/s – a kisebb lombos növények hajladoznak, a tó vize fodrozódik). További fokozatok az **erős**, (10,8–13,8 m/s), a **heves vagy nagyon erős** (13,9–17,1 m/s), a **viharos szél** (17,2–20,7 m/s), a **vihar** (20,8–24,4 m/s), az **erős vihar** (24,5–28,4 m/s), **szélvész** vagy **orkánszerű vihar** (28,5–32,6 m/s), és az **orkán** (32,7 m/s-tól).

A km/h-ban mért sebességadatok például az erős szélnél 39–49 km/h; a viharos szélnél 62–74 km/h; a **viharnál** 75–88 km/h, amely már az épületekben is okoz kisebb károkat, és képes kidönteni a gyengébb, fiatal fákat. **Erős viharban** a szél 89–102 km/h sebességgel száguld, hatására már a nagyobb termetű fák is gyökerestül fordulnak ki a talajból, a házak jelentős kárt szenvednek. A 103–117 km/h sebességű **orkánszerű vihar** erdőrészeket pusztít el, súlyos épületrongálást végez. A legnagyobb mértékű pusztítás a 118 km/h-nál nagyobb sebességű **orkán** útját kíséri. Az utóbbiak igen kis valószínűséggel, ritkán alakulnak ki hazánkban. (Az adatok forrása: ROTH, G. (2000): *Meteorológiáról mindenkinek*. Magyar Könyvklub.)

OLVASNIVALÓ

A forgóviharokról

A zivatarfelhők kísérői bolygónk leggyorsabb (sebessége elérheti a 300–500 km/h-t) és legnagyobb pusztítású légköri képződményei, a **tornádók** (a szó a spanyol eredetű tronada = zivatar szóból származik). Függőleges tengelyű forgószelek, átmérőjük néhány tíz métertől néhány százig terjed. Ebből következően, bár pusztításuk óriási mértékű, csak kis területet érintő. A kisebb tornádók a leépülő, a nagyobb erejűek a fejlődő zivatarfelhő feláramlási zónájában alakulnak ki. A tornádó belsejében az igen sebes levegő-feláramlás miatt a légnyomás alacsonyabb, mint a környezetében. A létrejövő szívóerő nagyobb tárgyakat, autókat, sőt épületeket is fölszippant a por és a homok mellett. Ez fokozza a szélerősség által végzett pusztítást. Élettartamuk néhány perctől egy-két óráig terjed. Van, amelyik csak néhány métert, van, amelyik akár 200 km-t is halad.

A **tornádók** leggyakrabban – évente átlagosan 800 alkalommal – az USA-ban, a Mississippi völgyében fordulnak elő. A *Kárpát-medencében* az utóbbi száz évben átlagosan két-három évente alakul ki ez a légköri képződmény. Legnagyobb valószínűséggel tavasz végén, nyár elején jön létre (2002 nyarán a fővárosban és a környékén pusztított).

A tornádóhoz hasonló forgószelek nagyobb állóvizek fölött – például a Balatonon – víztölcséreket hoznak létre.

Forrás: MÉSZÁROS R. (2002): Nyári forgószelek – pusztító viharok. *Természetbúvár*, 4, 27.

A földi légkörzés nagy elemei mellett ismertek az egy-egy területhez kötődő **kisebb rendszerek** is. Ezek az ún. **helyi szelek**. Ilyenek például: a **hegy-völgyi szél**, a **lejtőszél** (például a Mátraalján, a Mecsek lábánál), a **parti szél** (a nyári derült anticiklonális időjáráskor a Balaton déli partján fúj), a **bukószelek**, melyek egyik típusa, a meleg-száraz **főn**. Hazánkban **főn jellegű** a Balatonra lebukó **vázsonyi szél**. (Lásd a VI.4.2. fejezetet.)

5.6. A légkör fény- és hangjelenségei

A **szivárvány** a légkör egyik, talán a leglátványosabb optikai jelensége. Kialakulásának legoptimálisabb időjárási feltételei a csapadékosabb tavaszi és nyári hónapokban adóttak. Létrejöttéhez olyan helyi, de már távolodó esőzóna szükséges, amelynek felhőiből lezúduló esőcseppekre a Nap rásüt. A Napból jövő sugárzás egy része az esőcseppek felületéről visszaverődik, más része oda belépve – az eltérő optikai sűrűség miatt – megtörik. A cseppbe jutó fény annak belső faláról visszaverődik, majd a vízcsepp falához visszaérkezve, ott újfent megtörik. A prizmaként viselkedő vízcseppek a látható (fehér) fényt színeire bontják. Ezek adják a szivárvány színeit. A fénytörés függ a fény hullámhosszától. A nagyobb hullámhosszúak (például a vörös szín) kevésbé, a kisebb hullámhosszúak (például az ibolya) erősebben törnek meg. Ezért van a szivárvány belső íven a kék, a külsőn pedig a kisebb törést szenvedő vörös szín. A kettő között „elvilleg” a spektrum színei (ibolya, kék, türkiz, zöld, sárga, narancs, vörös) követik egymást. A légkör módosító hatása miatt a teljes színskála igen ritkán figyelhető meg. Az ívek szélessége és a színek élénksége a vízcseppek méretétől függ. Minél nagyobbak, annál élénkebb, egymástól jól elhatárolódó színekből áll a szivárvány.

Az esőcseppekből kilépő sugarak valamelyike belép annak az embernek a szemébe, aki az esőfelhővel szemben, a Napnak háttal áll. Minden cseppből azonban csak egy színes sugár érkezik. Nagy kiterjedésű esőfelhőben sok százezer csepp van egymás közelében, így a sok színes sugár kiadja az egész szivárványt. Két egymás mellett álló ember szemébe más-más sugarak érkeznék, tehát minden szemlélő a „saját” szivárványát látja.

A **fő – vagy elsődleges szivárvány** fölött gyakran látszik – igaz, jóval gyengébben – a **másodlagos** vagy **melékszivárvány**. Ez a cseppeken belüli kétszeres fényvisszaverődésből következik. Ezért ennél a színek sorrendje felcserélődik, tehát a vörös szín van a belső, a kék pedig a külső íven.

A villám

1752-ben Benjamin Franklin érdekes fizikai kísérlettel – zivatar alatt selyemből készült sárkányt eresztett fel a levegőbe és a tartókötelére erősített fémkulcsról szikrák pattantak a kezére – bizonyította be, hogy a villám nem más, mint **elektromos kisülés**, szikra. Kialakulásához tehát a légkörben elektromos töltésű részecskék, ionok jelenléte szükséges. A szárazulatokon a talaj természetes radioaktivitása, a légkör magasabb tartományaiban főként a Nap UV- és röntgensugárzása ionizálja a levegő részecskéit.

A zivatarfelhőben a gyorsan felfelé áramló levegő felfelé, a gravitáció pedig lefelé sodorja, dobálja, vonzza az ott levő jégzemcséket, vízcseppeket. Mozgásuk közben elektromosan feltöltődnek. A könnyebb pozitív töltésű részecskék a felhő 7–11 km-es magasságban levő felső, a nehezebb negatív töltésűek pedig a 3–6 km-en elhelyezkedő alsó részében tömörülnek.

A talajhoz közel pozitív töltésű ionok vannak. Feszültségkülönbség tehát kialakulhat a felhőzetten belül két felhő között, a földfelszín és a felhő, illetve a felhő és a fölötté levő magasabb légkör rész között. A **feszültségkülönbség** igen rövid idő (1/50 s) alatt, **villámlás formájában kiegyenlítődik**. Ezalatt igen jelentős – akár 200 000 A-nyi (amper) – áramerősség szabadul fel. Villám lehet egyszerű vonalú és különböző irányban elágazó.

Ma még titokzatos jelenség a **gömbvillám**, hisz keveset tudunk a kialakulásáról és a többi villámtól eltérő viselkedésének okairól. 10–30 cm átmérőjű, fehér vagy vöröses színű, sziszegve, szökdécselve mozgó és néhány másodperc múlva szétpukkanó jelenség. A népnyelv **matató ménkűnek** nevezi.

A felszín vezetőképességétől is függ az, hogy hová csap be a villám. A térből kiemelkedő építményekbe, magányos, magas fába, nedves talajba gyakrabban vág be a „ménkű”. Ezért veszélyes zivatarkor behúzódní magányos fa alá.

A villámláskor képződő nagy áramerősség felmelegíti a villámcsatorna – abban halad a villám – körüli levegőt, amely hirtelen kitágul. Ezt erős hanghullámok kísérik, ilyenkor „**dörög az ég**”. A hanghatást fokozza a talaj és a felhő közötti hangvisszaverődés.

VI. MAGYARORSZÁG TERMÉSZETI FÖLDRAJZA

1. Magyarország földrajzi helyzete

Hazánk a Kárpát-medence és egyben Európa középső részén, az Egyenlítőtől és az Északi-sarktól nagyjából azonos távolságra, 93 036 km²-nyi területen helyezkedik el. Az **ország koordinátái**: északi szélesség 45° 48'–48° 35' és a keleti hosszúság 16° 05'–22° 58'. A **kiterjedése** nyugat–keleti irányban 520 km, észak–déli irányban 320 km.

Természetföldrajzilag nem önálló egység, földtani felépítése, szerkezete, domborzata és vízrajza révén kapcsolódik a szomszédos országokhoz, tájai áthúzódnak azok területére. A **Kisalföld** északnyugaton Ausztriába, északon Szlovákiába. Ausztriában a Lajta-hegységig tart, a Bécsi medencéhez az Ebenfurti-, a Brucki- és a Dvényi-kapu köti, Szlovákiában a Szlovák- (vagy Duna menti) alföldhöz csatlakozik. A Rába völgye a Gazi-medencével biztosítja a kapcsolatot. Az **Alföld** északkeleten Ukrajna és Kelet-Szlovákia, keleten és részben délen Románia, délen Szerbia, Montenegró és Horvátország vidékeire nyúlik át. Ezekben az országokban az Északkeleti-Kárpátokig, az Erdélyi-középhegységig (szigethegységig) és a Dinaridák előhegyeiig tart. Az Alföld déli része a Temesköz, Bácska és a Dráva-köz tájaiban folytatódik. A **Nyugat-magyarországi-peremvidék** Ausztriába és Szlovéniába, a **Dunántúli-dombság** pedig Horvátország területére húzódik át. (A felsorolt országok egyben a hazánkkal határos országokat is jelentik).

Az **Észak-magyarországi-középhegység** az Északi-Kárpátok belső vulkanikus és mészkőtakarós övezetének része. A **Soproni-** és a **Kőszegi-hegységek** pedig a Keleti-Alpok kristályos vonulatának alacsony rögei.

2. Magyarország földtörténete

A földtörténeti múlt történéseit, az egymást követő földtörténeti korokban, korszakokban lezajlott folyamatokat, az azokra jellemző élőlényeket, az egyes korokban, korszakokban képződött kőzetekből, az azokba zárt kövületekből rekonstruálják a geológusok.

A földtörténeti múlt kutatása nem öncélú. A múltbéli természetföldrajzi viszonyok, folyamatok, élőlények ismerete teszi lehetővé ugyanis többek között a természeti kincsek újabb és újabb lelőhelyeinek feltárását.

A kb. 345 millió évig tartó **óidő** (kambrium, ordovicium, szilur, devon, karbon, perm) első felében az Ős-Tethys-óceán hullámozott területünkön, amelynek részbeni visszahúzódása a kor végén (karbon-perm) következett be. A szárazulaton ekkor száraz, meleg éghajlat uralkodott. Karbon időszi **gránit** a felszínen a Velencei-hegységben (gránit-batolit) és a Geresdi dombságban (Mórággyi-rög), permi **vörös homokkő** (Balatonfelvidéki homokkő) a Balaton-felvidéken (Vörösbény, Alsóörs, Csopak, Révfölöp), és a Mecsekben van. Az utóbbi helyszínen (Kővágószőlős) főként a homokkőben dúsult fel az uránérc. (A triász időszakban is folytatódott a mecseki üledékgyűjtőben a homokkő – a neve jakabhegyi homokkő – és a **konglomerátum** törmelékanyagának felhalmozódása).

A **gránit** plutonizmus, vagyis felszín alatti magmás működéssel keletkező **mélyégi magmás kőzet**. A magma kőzetolvadék, amely a köpenyből vagy a köpenybe alábukó kéreglemezek megolvadásából származik. Magas hőmérsékletű és nyomású, nagy feszítőerejű anyag. Ha a kéreg repedéseibe, töréseibe, hasadékaiba nyomulva nem jut a felszínre, hanem különböző mélységben megreked, akkor **plutonizmus** a jelenség neve. A magma a mélyben lassan hűl ki, ezért ásványi alkotórészei egyenletesen oszlanak el. Az így létrejövő **gránit**, **diorit**, **gabbró** stb. többnyire egyforma szemcséből álló **kristályos kőzetek**. A felettük levő üledékes rétegek lepusztulása után kerülnek a felszínre.

A gránitban a magma kihűlésekor keresztirányú elválások keletkeznek. A külső erők, főként az időjárás elemeinek hatására bekövetkező lassú mállásakor, szerkezetéből következően jellegzetes, érdekes alakú, legömbölyödött, héjasan elváló formák alakulnak a felszínén („gyapjúságok” a népi nevük). Ilyenek például a Velencei-hegységben a Sukoró község határában levő Gyapjaszsák nevű ingókövek (1975 óta természetvédelmi terület) és a Sár-hegy közelében lévő.

A **gránitmurva** a külső erők hatására felaprózódott gránit. Az aprózódás oka, hogy a gránitot alkotó ásványok a hőingadozás hatására különböző mértékben tágulnak és húzódnak össze. Ez lehet út- és vasútpálya építésénél alapozókő, a **gránittömb** szoboralapanyag, a **gránitlap** építő- és díszítőkö.

Konglomerátum (kavicskő) mésszel, dolomittal vagy kovával (SiO_2), ritkán limonittal (Fe_2O_3) összecementált tengerparti és folyóparti kavicsokból álló durva törmelékes üledékes kőzet. Gyakran fordul elő homokkővel együtt.

A **homokkő** az összeálló (kötött) törmelékes üledékes kőzetek egyik fajtája. Szabad szemmel is látható 0,2–2,00 mm átmérőjű homokszemcséből áll. Ezeket színtelen vagy vöröses színű (limonitos) kovasav, agyag, mészb. kapcsolja össze. A **vörös homokkő** (kötőanyaga limonitos kovasav) az óidő végi félsivatagos éghajlaton bekövetkező lepusztulás során jött létre. Folyóvízi és szárazföldi, kevés kőületet (elszenesedett növényi maradványokat, spórákat, hüllőlábnyomokat stb.) tartalmazó üledék. Az oligocénban (újidő) képződött **hárshegyi homokkő** (kötőanyaga színtelen kovasav) az akkori tenger partközeli, kevés fossziliát tartalmazó üledéke. A szárazulatról lepusztult törmeléket a folyók szállították a tengerbe.

A **homokkő** jó minőségű építőkö, épületek, kerítések, malomkövek, köztéri szobrok készülnek belőle.

A kb. 160 millió évnyi **középidő** (triász, jura, kréta) a Tethys-óceán (a Földközi-tenger őse) uralmának kora. A **triászban** hazánk területét borító tengert szigetek, öblök tagolták. Az éghajlat ekkor a mainál kiegyenlítettebb és szárazabb volt. A medencékben több ezer méter vastagságú (helyenként 3–4 ezer m) tengeri üledékek halmozódtak fel. E korszakból származó kőzetek a Dunántúli-középhegységben (például Vértes, Bakony, Pilis, Keszthelyi-, Budai-hegység) a **dolomit** (D. Dolomieu (1750–1801) francia ásvány- és kőzettantudósról nevezték el) és a **dachsteini típusú mészkő**. (Nevét a Salzburg melletti Dachstein hegységről kapta.) Az utóbbi kőzetfeleség például a Gerecsében, a Bükkben, az Aggteleki-karszton, a Mecsekben, a Villányi-hegységben van.

A **jura** időszaki szigetekkel teli sekély tenger üledékéből képződött a **vörös mészkő** (piszkei „vörös márvány”), valamint a **fehér** (dachsteini típusú) **mészkő**. Az előbbi a Gerecse jellegzetes kőzete, az utóbbi a Bakonyban fordul elő. A mészköves üledékeket sok helyen kovás, **tűzköves rétegek** váltották fel. Ezek anyaga az apró sugáralkatkák (Radiolaria) vázaiból álló **radiolarit**. A tűzkövet emberelődeink bányászták (például Tatán a Kálvária-dombon) és eszközöket készítettek belőle.

Jura kori a jó minőségű **mecseki feketekőszén**, amely az e területen levő sekély, lagúnás tengeröböl partján, a csapadékosabb éghajlat következtében burjánzó növényzetből (korpafüvek, harasztok, szágópálmák, fenyők stb.) képződött. A növényzetet időnként homokos és agyagos rétegek fedték be. A bakonyi (Ürkút, Eplény) **mangánérc** is e korszak tengeri lerakódásaiból alakult.

A **kréta** időszak az alpi hegységképződés kezdete. Térségünk sekélytenger borította részén ekkor folyamatosan nőtt a szárazföldek aránya. Az időszak végére hazánk egésze szárazulattá vált. A kéregmozgások mélységi magmás és vulkáni működéssel jártak. A krétából való kiömlési és mélységi magmás kőzetek a Mecsekben (trachit) és a Bükkben (gabbró) fordulnak elő. Kréta korú **mészkő** van például a sümegi Várhegyen, a Szársomlyón, a Hársány-hegyen. Az ajkai **barnakőszén**, a bakonyi és a vértesi **bauxittepek** is e korszakból származnak.

A **mészkő** üledékes kőzet, lehet **vegyi és szerves eredetű** egyaránt. Kémiaiag kalcium-karbonát (CaCO_3). A **képződés helye szerint van szárazföldi, édesvízi és tengeri mészkő**. Vegyi eredetű akkor, ha a vízben levő mészliszt megszilárdulásával vagy a vízben oldott hidrogénkarbonátok kristályosodásával jön létre. Szerves eredetű akkor, ha benne 50%-nál nagyobb arányú az ősmaradványok váza. Ezek származhatnak mészvázak egysejtűektől (nummuliteszek), korallaktól, kagylóktól, csigáktól, lábasfejűektől (ammoniteszek). Az **ammoniteszek** spirálisan felcsavarodott, szabályos távolságban válaszfalakkal tagolt külső mészvázának lenyomatai megfigyelhetők a jura korszaki mészkőből készült épületeken, szobrokon, járófelületeken stb. Nummulinás mészkő az eocén korszakból való. A **nummuliteszek** likacsosházú amőbák, vagyis nagyra nőtt egysejtűek. Meszes házuk alakja a fém pénzérmékhez hasonlít, korong vagy lencse formájú. Erre utal latin nevük (nummus = pénzérmé). Ezeket főként Erdélyben nevezik Szent László pénzének.

Szárazföldi mészkőképződés a barlangok üregeiben végbemenő cseppkőképződés. Ennek folyamata a következő: a mészkőhegységek repedésein leszivárgó szénsavas (H_2CO_3) víz kalciumhidrogén-karbonát ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) formájában

oldja a kalcitot. (Kőzettani neve a mészkő). Ezt a kémiai változással járó folyamatot valódi mállásos oldódásnak nevezik. A csepegő, szivárgó oldatból a szénsav elillanása után kiválik a CaCO_3 . Ebből, az alkalmanként csak néhány molekulányi szilárd kalcitból évezredek alatt különleges formájú, alakzatú, színű függő- és állócseppkövek, valamint oszlopok jöhetnek létre.

A mészkőhegységi források, patakok mészen gazdag vizéből kicsapódó, a növényi részeket bekérgező kalcium-karbonátból keletkezik az **édesvízi** vagy **forrásmészkő**. A mészen dús vízből a felszínre jutva, a felületi feszültség megváltozása miatt ugyanis gyorsan elillan a CO_2 . A zöld növények, főként a mohák, az asszimilációjukhoz vonják el a víz CO_2 -tartalmát és ez által gyorsítják a CaCO_3 kiválását.

Az **édesvízi mészkő** likacsos szerkezetű, jól faragható építő- és díszítőkö. Ezt már az ókori Pannóniában is alkalmazták lakó- és középületekben, vízvezeték-tartóoszlopoknak. Jelenleg például a Gerecsében és Budakalászon bányásszák.

A különböző korú és színű **mészkövek** szintén évszázadok óta építő- és díszítőkövek. E században a cement- és a cukoripar is jelentős mennyiséget dolgoz fel, illetve alkalmaz belőlük. Bányásszák például Tardosbányán (Gerece), Sıklós környékén (Villányi-hegység), Sósúton. A Sopron közeli híres fertőrákosi mészkőbánya jelenleg már nem üzemel.

A **dolomit** elsősorban tengerekben keletkező, kalcium-magnézium-karbonátból ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) álló üledékes kőzet. Lehet szerves és szervetlen eredetű. Legnagyobb tömegben a középidőben képződött. A Csíki-hegyekben jellegzetes a „murvásodó”, apró darabokra széteső dolomit. Leggyakrabban azonban tömött, néha porló. Színe sokféle. Ismerünk fehéret, rózsaszínűt, sárgát, szürkét.

Út- és vasútépítésnél alapozókő, a kohók és kemencék bélelő anyaga. Hasznosítja a gyógyszer- és a papíripar is alapanyagként, a festék-, a gumi- és a műanyagipar pedig töltőanyagként. A porló dolomit alkalmas vakolat- és súrolószer előállítására.

A **kőszén** szerves eredetű, döntően növények anyagaiból létrejött éghető kőzet. A karbon, a jura, a kréta, az eocén, a miocén, a pliocén korszakok partközeli láp- és mocsárerdeinek nagy termetű és mennyiségű mocsári növényeiből képződött. Ezek elpusztulásuk után jelentős vastagságban halmozódtak egymásra. A mélyre került, elhalt növények oxigénszegény környezetben rothadnak, bomlanak, bonyolult geokémiai átalakuláson mennek keresztül. A szénülés folyamata során a növényrészek víztartalma csökken, széntartalmuk pedig nő. Tőzeg, lignit, majd barnakőszén lesz belőlük. Az üledékes folyamatok az utóbbinak a létrejöttéig működnek. A **feketekőszén átalakult kőzet**, képződéséhez már magasabb hőmérséklet és nagyobb nyomás szükséges, mint a barnakőszén kialakulásához.

A **mangánércsek** többsége, így a hazai telepek is üledékes, tengeri eredetűek. Az ércek egy része a szárazföldről a tengerekbe, óceánokba jutó mangánoldatból válik ki, más része az óceáni hátságok hévforrásaihoz és mangángumó kicsapódásához kapcsolódik. Nálunk a karbonátos és az oxidos mangánércsek egyaránt előfordulnak.

A **bauxit** változatos összetételű, üledékes eredetű, kétféle módon keletkező ásványkeverék. Víztartalmú alumínium-hidroxidból áll, amely vasoxidokkal, kovással szennyezett. Keletkezése térben és időben meghatározott feltételekhez kötött. A trópusi szavanna és monszun éghajlaton létrejött összefügg a lateritképződéssel. A laterit kiömlési kőzetek mállásterméke. Az esős évszak jelentős mennyiségű csapadéka a jól oldódó fémhidroxidokat kimossa a lateritből, a nehezen oldódó alumínium- és vas-hidroxidok benne maradnak. Tehát a Föld trópusi vidékein ma is képződik a **lateritbauxit**. Hazánkban **karsztbauxit** fordul elő. Ez, mint azt a neve is jelzi, mészkő és dolomitkőzetek karsztos mélyedéseiben felhalmozódott alumínium-oxidos üledék. Keletkezése után fedőrétegek borították be a bauxitot, így maradhatott meg napjainkig. Képződésének kérdései még jelenleg sem tisztázódtak egyértelműen. „... Legvalószínűbb a poligenetikus eredet: az anyag kisebb része a karbonátos kőzet oldási maradéka, melyhez a tágabb környezetben felszínen volt, nemkarbonátos kőzetek szél vagy víz által a helyszínre szállított, részlegesen már lateritesedett málladéka csatlakozhatott.”⁷

A mintegy 70 millió évet felölelő, napjainkig tartó **újidő harmad-** (eocén, oligocén, miocén, pliocén) és **negyedkorra** (jégkorszakok – pleisztocén, jelenkor – holocén) tagolódik.

A **harmadidőszak** egészére jellemző volt területünkön az alpi-kárpáti vonulatok felgyűrődésének folytatódása. Hazánk az **eocén** korszakban részben szárazulat volt. A fokozatosan ismét teret hódító tengerből szigetszerűen emelkedtek ki elsősorban a mai Dunántúli-középhegység rögei.

⁷ MÉSZÁROS E. – SCHWEITZER F. (szerk.) (2002): *Magyar Tudománytár 1 – Föld, víz, levegő*. Kossuth Kiadó, Budapest, 309.

Az öblök dús mocsári vegetációjából képződtek a barnakőszéntelepek. **Eocén korú szén** van Tatabánya, Oroszlány, Drog, Mány, Dudar, Balinka stb. térségében. Partközeli tengeri üledék az előzőekben már említett **nummulinás mészkő**. (Előfordul például a Déli-Bakonyban.)

A hazánk területén az **oligocén** korszakban levő beltenger több ágra szakadt, területe, vízmélysége megváltozott. A **tardi agyag** a tenger elzáródását, a partközelen keletkező **hárshegyi homokkő** és az egyre mélyülő vízből lerakódó **kiscelli agyag** pedig a tenger előrenyomulását jelzik. (A kőzetek neve azok jellemző előfordulási helyére vonatkozik.) Az elzáródott tengerrész oxigénszegény vize kedvezett a **szénhidrogének** képződésének. Eger, Demjén, Mezőkeresztes stb. térségében főként a homokkőrétegek tárolnak kisebb mennyiségű földgázt és kőolajat. A Dunántúl és az Alföld déli része e földtörténeti korszakban valószínűleg szárazföld volt.

A **miocénban** kezdődött meg területünk medence-jellegének kialakulása. A Paratethys (a Tethysből elkülönült északi tengermedence) a szárazulatokról beleömlő folyók vizétől felhígult és csökkent sótartalmú beltengerré lett. Ezt nevezik **Pannon-tengernek**. Ebben a korszakban partszegélyi és sekélytengeri üledékek képződtek. Ezek tömege jóval kisebb, mint az ugyancsak a miocénra jellemző vulkánkitörésekből származó kőzeteké. Miocénkori üledékek a **lajta-** és a **szarmata durvamészkő**, a **görgeteg**, a **kavicslerakódás** és a **barnakőszéntelepek**. **Lajtamészkő** (nevét az ausztriai Lajta-hegységről kapta) van például a Tétényi-fennsíkon, Fertőrákoson. **Szarmatamészkő** (a szarmata a korszak egyik időszakának neve) fordul elő például Budafokon, Érden, Sósúton, Zsámbékon. A miocénból valók például a Sopron környéki, a nógrádi, a Borsodi-medencei, a várpalotai széntelepek. E korszakból ismert **kavicstakarók** az Északi-Bakonyban, a Budai-hegység peremén stb. levők.

Az előbbieken már jelzett folyamatnak, az alpi-kárpáti vonulatok felgyűrődésének övezetében törésvonalak keletkeztek. A hegyvidék és a medence határán alábukó kéreglemezek mentén **vulkáni működés** kezdődött. A kitörő lávából és egyéb anyagokból **andezit** (Szentendre–Visegrád környéki vulkáni hegyekben, Börzsönyben, Cserháton, Mátra nyugati részén), **andezit-agglomerátum** és **andezittufa**, **riolit** és **riolittufa** halmozódott fel. Az utóbbiak a Déli-Bükkben és a Zempléni-hegységben találhatók. A mélyről feltörő forró vizes oldatokból (hidrotermális ércképződés) váltak ki a recski **réz**-, a Gyöngyösoroszihoz közeli **ólom**- és **cinkérc telérek**.

A **pannóniai korszakban** (késő-miocén) a Pannon-beltő félszigetekkel tagolt volt, benne jelentős méretű deltarendszerek alakultak, így a tó fokozatosan feltöltődött. Partjainak növényeiből (mocsári ciprusok, tölgy, bükk, juhar, nád, sás stb.) a Mátra- és Bükkalján lignit képződött. Lelőhelyei Gyöngyösvisonta, Bükkábrány, Tard stb. A Pannon-tóban élt a Congeria-kagyló, amelynek héjmaradványát „kecskekörömnek” nevezik. (Pár évtizeddel ezelőtt még árulták is Tihanyban). A partközeli üledékek emlősmaradványai alapján ma már elfogadott tény (MÜLLER P. 2000), hogy a Pannon-tó a **pliocén** legelejére teljesen kiszáradt. A pannon agyag- és homokkőrétegekben tárolódik a hazai **kőolaj-** és **földgázkészlet** többsége, például az algyői, a Hajdúszoboszló környéki, a dél-zalai. Ezekben jelentős mennyiségű a vízkincs is. A tenger partján, a hullámverésnek köszönhetően fehér **üveghomok** képződött. Ezt ma például Fehérvárscurgón bányásszák.

A **pliocénban** az eltűnt Pannóniai-tó helyét folyóvízi síkság foglalta el. Ekkor kezdődött a Tapolcai-medencében, a Déli-Bakonyban, a Kisalföld déli peremén, Salgótarján környékén az újabb vulkáni működés. E korszak vulkáni hegyeit **bazalt-** és **bazalttufa** építi fel. A Tapolcai-medencében a pannon homok- és agyagüledékekre folyt a bazalt és védte meg azokat a lepusztulástól. Ezek a ma 300-400 m magasságú „tanúhegyek”, mint a Badacsony, a Szent György-hegy, a Csobánc, a Gulács stb., a pliocén korszaki felszínmagasságot tanúsítják. A Tihanyi-félsziget gejzirkúpjai is e korszakból valók. Nógrádiban szintén sok szép vulkáni forma maradt meg napjainkig: például a Somoskő, a Medves, a Nagy-Salgó, a Pécs-kő (a Medves részei).

Az **andezit** (nevét az Andok-hegységről kapta), a **riolit** és a **bazalt** kiömlési kőzetek. A felszínen vagy szubvulkáni szinten képződnek. A láva hirtelen hűl le, a könnyen illó anyagok eltávoznak belőle. Ásványszemcséik a gyors lehűlés miatt jóval kisebb méretűek, mint a mélységi magmás kőzeteké. A **riolit** a gránitnak megfelelő kiömlési kőzet, az alábukó lemez kéregrétegének első megolvadásából lesz. A láva, amiből létrejön, sűrű, lassan folyó, savanyú kémhatású anyag. A riolit színe fehér, rózsaszínes, vöröses, szürkés lehet. A riolitláva igen gyors kihűlésekor **obszidián** jön létre. A **bazalt** a gabbró összetételének megfelelő kőzet, tehát mélységi párja a gabbró. Hígan folyó, ezért kiömölve könnyen szétterülő, bázikus kémhatású, a felső köpeny anyagából vagy az alsó óceáni kéregből feltörő lávából alakul. A kőzet lehet szürke, fekete vagy szürkésfekete színű. Kemény, tömött, ezért út- és vasútpálya építéséhez alkalmazzák. Jobb minőségű, mint az andezit. Már az ókorban is utakat burkoltak vele. A középkorban várépítésnél használták fel. Jellemző szerkezeti formái az öt-, hat-, vagy sokszögű oszlopok, a „bazaltorgonák”. Az **andezit** a diorit kiömlési párja.

Tömött, semleges kémhatású, általában közepszürke színű kőzet. A kéreg mélyebb részeinek és a kőzetlemez köpenytartományának részleges megolvadásából származik. Zúzalékával út- és vasútpályákat alapoznak. A különböző vulkáni **tufák** jól faraghatók, vájhatók. Építőköként ismertek, illetve lakásokat és pincéket alakítottak ki bennük. (Például a tihanyi „barátlakások”, a siroki régi barlanglakások, a cserépváraljai kaptárkövek, az egri, a Tokaj-hegyaljai borospincék.)

A főként nagy méretű – olykor fej, illetve asztallap nagyságú – vulkáni szórástermékekből, vulkáni bombákból, tömbökből, törmelékdarabokból álló **agglomerátumokból** (anyaga lehet andezit, riolit, bazalt stb.) is faragtak ki épületeket (a Nagymaros fölötti Szent Mihály-hegyen szerzetesek remetelakásait stb.). Ott, ahol a környezeti hatásoknak kevésbé ellenálló kőzetek veszik körül, a agglomerátumokból különleges formájú **kőgombák** (a Visegrádi-hegységben levő pomázi Kő-hegy) és **sziklatornyok** (Vadálló-kövek a Visegrádi-hegységben stb.) formálódhatnak ki.

A **görgeteg**, a **kavics**, a **homok**, az **agyag** törmelékes üledékes kőzetek.

A **görgeteg** 200 mm-nél nagyobb átmérőjű, víz által időszakosan elmozdított közettörmelék. A **kavics** átmérője 2–200 mm közötti, felülete koptatott. Anyaga, színe, formája, koptatottságának mértéke aszerint változik, hogy milyen kőzetfélésegből származik, mi szállította (szél, folyóvíz, hullámverés), milyen távolságra. A kavicsot az építőipar a betonkészítésnél alkalmazza. A **homok** 0,06–2 mm átmérőjű, főként kvarcsemcsékből áll. (A kvarc kémiaiilag szilícium-dioxid (SiO_2). Átlátszó, rideg, kemény ásvány. Többnyire kavicsok aprózódásából képződik.) Az üveggyártásra a fehér, csak kvarcsemcsékből álló homok alkalmas. Az öntödékben (színesfém, alumínium, vas, acél) a formázáshoz kevésbé tiszta homok is megfelel. Fontos azonban, hogy az mészmentes legyen. Az **agyag** szemcséinek mérete 0,02 mm-nél kisebb. Képződhet szárazföldön és vízben egyaránt. A **tardi agyagban** kevés az ősmaradvány, mert keletkezési helyének oxigénszegény közegében nem tudtak megélni az élőlények. A **kiscelli agyag** képződése a tengerfenék oxigénhiányos állapotának megszűnését jelzi. Agyagos kőzetlisztből áll, de vannak benne finomhomok és agyagmárga rétegek is. Nyílttengeri medence üledéke. Az agyagfélések jó vízfelvevők, a víztől megduzzadnak és képlékennyé válnak. Víztartalmukat elvesztve zsugorodnak. Téglat, cserepet és kerámiákat gyártanak belőlük.

A szénhidrogénekhez tartozó **kőolaj** és **földgáz** éghető üledékek. Többségük szerves eredetű. Valószínűleg planktonokból keletkeztek, oxigénszegény tengerfenéken, 200 °C-nál alacsonyabb hőmérsékleten. A felsorolt feltételekre a **kőolajban** levő anyagokból következtetnek. Ilyen körülmények között, az egymásra halmozódó üledékek nyomása alatt, a tengerfenékre lejutó elpusztult élőlények szerves vegyületei kémiai átalakulás után folyékony és gáz-halmazállapotú anyagokká váltak. Ezek a víznél könnyebb fajsúlyú, mozgékony kőzetek, vélhetően a rájuk nehezedő vastag üledékrétegek nyomása miatt, igen lassan ugyan, de elvándoroltak keletkezési helyükről. Porózus, likacsos, nagy hézagterefogatú kőzetekben, például homokban, homokkőben tárolódnak. Zárórteget, például agyag, agyagmárga eléréséig haladnak fölfelé a kőzetekben. A zárórteget **olajcsapdának** nevezik. A **kőolaj** és a **földgáz** előfordulhat együtt, de az önálló **kőolaj** és **földgáz** telepek is gyakoriak.

Magyarország jelenlegi felszínét a kb. 2,4 millió évnyi **negyedidőszakban** nyerte el. A felszínformák alakításában az időszak elején is folytatódó tektonikus mozgásoknak és a **pleisztocén kori** éghajlatváltozásoknak volt döntő szerepük. A hegységek 200–300 m-t emelkedtek, a medencék pedig pár száz métert süllyedtek. A megemelkedett területekről a folyók és a szél nagy mennyiségű hordalékot szállítottak a mélyebben fekvőkre, azokat folyamatosan feltöltötték. Eközben feldarabolták a kiemelkedett részeket, amelyek középhegységekké váltak. A **pleisztocénban** **glaciális** (jeges korszakok) és **interglaciális** időszakok váltakoztak. Hazánkat a glaciálisokban sem borította jégtakaró, periglaciális, vagyis jégtakaró környéki terület volt. Ekkor itt sztyepp éghajlat uralkodott, amelyet az interglaciálisokban felmelegedés követett. A jeges korszakokban a hegységekben felgyorsult a kőzetaprózódás, ott kőtengerek, a hegyek lábánál közettörmelék halmozódott fel. A folyók a kevés csapadék következtében kis munkavégző képességűek voltak, ezért az alföldek peremén hordalékkúpokat képeztek.

A **lössképződés**, valamint a **homoktakaró** és a **futóhomok** lerakódása is e korszakban ment végbe. Az északnyugatról területünkre lezúduló száraz szél a hordalékkúpokból és az árterekből kifújta finom port és homokot a szélárnyékos helyeken lerakta. A finom porból a sztyeppnövényzeten és a száraz éghajlaton **típusos lössz** lett (például a Mezőföldön, a Dunántúli-dombság egy részén). Ahol árterületre hullott, ott **ártéri** vagy **infúziós lössz** (például a Nagykunságon, a Hajdúság egyes részein) alakult. A szél a **homokot** csak kisebb távolságra szállította vagy átrendezte. A Nyírség, a Belső-Somogy, a Duna-Tisza közti hátság elsődleges homokvidéke ekkor jött létre. A **holocén** ún. atlanti (tölgysor) korszakában ezek beerdősültek. A történelmi korok futóhomokjai tehát az emberi tevékenység, például a fakivágás, a földművelés, a legeltető állattartás következményei.

A **holocén** (jelenkor) a földtörténet legutolsó, 10 200 évvel ezelőtt kezdődött szakasza. A következő **korszakok**-ra tagolják: **preboreális** (10200–9000), **boreális** (9000–8000), **atlanti** (8000–5000), **szubboreális** (5000–2500) és **szubatlanti** (2500–0).

A kéregmozgások, a fiatal medencék (Bodrogykő, Heves-Borsodi ártér stb.) süllyedése és az északnyugati országrész emelkedése napjainkban is kimutatható. Ma az ország egész területe **kultúrtáj**.

A **löss** 0,02–0,05 mm átmérőjű porszemcsékből álló, sárga színű (a kevés limonittól) törmelékeny üledékes kőzet. A szemcséket vékony mészhártya burkolja és köti össze. Mész tartalma 8–20%. A függőleges löszfal alján az oda leszálló mészből érdekes alakú „löszbabák” keletkeznek. A lösz ujjal könnyen szétmorzsolható, nedvesen nem formálható. Lyukacsos, csöves szerkezetű, a valaha volt fűszálak gyökereinek és szárainak elkorhadása révén. A löszfalon kívül még sokféle, karsztos és nem karsztos formái ismertek. Karsztos löszformák például a löszdolina, löszkút (víznyelő), löszüregek. Nem karsztos formák az előbb már említett löszfal, a löszmélyút (szekér kerekeinek nyomán jön létre), a löszszakadék.

OLVASNIVALÓ

Hazánk földtörténetének értelmezése

...Az utóbbi évtizedekben a geológusok egyre inkább a *lemeztektonikai elmélet* alapján értelmezik hazánk földtörténetét. Az újabb geofizikai és az őslénytani (paleontológiai) vizsgálatok azt igazolják, hogy a középidő első felében területünk északnyugati harmada (a Dunántúli- és az Észak-magyarországi-középhegység nagy része) a Tethys afrikai partszegélyéhez (az Afrikai-lemezhez), a délkeleti része (a Dunántúli-dombság és az Alföld jelentős része pedig az eurázsiai partszegélyhez (az Eurázsiai-lemezhez) tartozott. Amikor a két litoszféalemez ütközése miatt az afrikai lemez ékként benyomult az Eurázsiai-lemez testébe, ezek a lemezdarabok egymás mellé kerültek: ma a Zágráb–Kaposvár–Dunaújváros–Miskolc irányában meghúzható ún. Zágráb–Hernád nagyszerkezeti vonal választja el őket egymástól.

Forrás: ENDRÉDI L. (2000): *Földrajzi ismeretek*. Nemzeti Tankönyvkiadó Rt., Budapest, 278.

3. Magyarország domborzata és tájai

Az előző részben megismert belső és külső erők révén alakult jelenlegi formájára. **Alföldek, dombságok és középhegységek** alkotják.

Síksági tájtypusaink a két alföldi nagytáj – a Kis- és a Nagyalföld – továbbá a hegységközi medencesíkságok. Síkságaink medencesüllyedékek, amelyeknek a felszínét negyedkori képződmények, lösz, homok, ártéri üledékek fedik. Az alföldek ma is üledékgyűjtők, folyóink helyi erózióbázisai. Tengerszint feletti magasságuk nem haladja meg a 200 m-t. A **Nagyalföld** területe, amely dunai és tiszai Alföldre tagolódik, kb. 50 000 km². Kisebb rész tájai, mint a **Mezőföld** és a **Dráva menti síkság**, átnyúlnak a Dunántúlra. Tehát a Duna nyugat felé nem jelenti mindenhol a nagytáj határát. A Nagyalföldön lévő **hordalékkúp-síkságok** az Észak-magyarországi-középhegységből jövő patakok (például Galga, Zagyva, Gyöngyös, Tarna, Eger, Sajó) által épített és feldarabolt **észak-alföldi**, valamint a Tisza és mellékfolyói által kialakított **nyírségi** és **marosi** hordalékkúpok. Ezek nagy részét futóhomok fedti, a dunai hordalékkúpon lévő Duna-Tisza közti hátságához hasonlóan. **Löszös síkságok** például a Mezőföld nagy része, a Békés-Csanádi-hát, a Nagykunság löszhátja, **folyóvízi ártéri síkságok** például a Dráva menti síkság, a Sárrétek, a Beregi-sík.

A **dunai Alföld** a Duna vízgyűjtőterületéhez tartozik, felszínét a Duna és az Ős-Sárvíz, illetve a szél alakította. Morfológiailag igen változatos táj. **Résztájai:** a **Duna menti síkság** (vagy Alföldi-Dunamente), a **Duna–Tisza közti hátság** (Kiskunság), a **Bácskai-síkvidék** (ezt formálta és építette az Ős-Sárvíz az utolsó glaciálisig), valamint az előzőekben már említett, domborzatilag nem egységes **Mezőföld** és a **Dráva menti síkság**, amelynek csak kis része van országunkban. Ez utóbbi térség kapja az Alföldön a legtöbb csapadékot, kb. évi 700 mm-t.

A **tiszai Alföld** vizeit a Tisza gyűjti össze. Alig tagolt, egyhangú táj. **Résztájai:** a **Felső-Tiszavidék** (a Beregi-, a Szatmári-síkot, a Bodrogtó és a Rétközt foglalja magába), a **Közép-Tiszavidék** (kistájai a Taktaköz, a Borsodi-, a Hevesi-ártér, a Hortobágy, a Jászság és a Nagyunság („Szolnoki-löszöshát”), az **Alsó-Tiszavidék**, az **Észak-alföldi hordalékkúp-síkság**, a **Nyírség**, a **Hajdúság**, a **Körös-vidék** és a **Körös–Maros közti síkság**.

A **Kisalföld** mintegy 9 000 km²-nyi területű. Egy része, például a Győri-medence, folyóvízi, tavi, mocsári hordalékkal feltöltött, más része, például a Komárom-Esztergomi-síkság és a Marcal-medence folyóvízi erózióval letarolt síkság.

A **kisalföldi nagytáj** az előbbieken felsorolt három **középtájra**, azok pedig **kistájakra** tagolódnak. A **Győri-medence kistájai:** a Szigetköz, a Mosoni-síkság, a Fertő-Hanság-medence és a Rábaköz. A **Komárom-Esztergomi-síkság kistájai:** a Győr-Tatai-teraszvidék, az Igmánd-Kisbéri-medence és a Dorogi-félmedence, a **Marcal-medencéé** pedig a Marcal-völgy és a Pápa-Devecseri-sík. A kisalföldi tájból kiemelkedő **vulkáni eredetű tanúhegyek** a Somló, a Sághegy és a Kissomlyó. **Hazánk** területének több mint 60%-án tehát alföldek vannak, ezért a **síksági tájtypusok a meghatározók**.

A **dombságaink** nagy részének átlagos tengerszint feletti magassága 200–300 m közötti.

Helyzetük és típusaik alapján megkülönböztetünk **hegységelőtéri**, **hegységközi** vagy hegységbeli és **önálló dombságokat**. Többségüket vékony negyedkori réteggel borított harmadkori üledék fedi. Felszínüket a folyóvízi erózió annál tagoltabbá formálja, minél magasabbra emelkednek környezetükhöz képest. A tagoltság főként a Tolnai-Hegyhátra, a Völgysegre (a Tolnai-dombvidék részei), a Zselicre (a Baranyai-dombvidék része), a Göcsejre (a Közép-Zalai-dombság része) és az Észak-magyarországi-középhegység medencéire jellemző. A Göcsej területe fő- és mellékvölgyekkel leginkább felszabdalt tája hazánkban. A Tolnai-dombvidék és a Belső-Somogy szelídebb formákat mutat.

A **Dunántúli-dombság nagytáj középtájai:** a Balaton-medence, a Tolnai-, a Somogyi- (Külső- és Belső-Somogy) és a Baranyai-dombvidék a Mecsekkel és a Villányi-hegységgel. E nagytáj legnagyobb része – mint az a középtájak nevéből is kiolvasható – morfológiailag dombvidék, de síkságok és középhegységek is vannak a területén.

A **Nyugat-magyarországi-peremvidék nagytáj**on alacsony középhegységi területek, dombságok és síksági jellegű kavicstakarók egyaránt megtalálhatók. **Középtájai:** az Alpokalja, a Sopron-Vasi-síkság, a Kemeneshát (kavicstakarós dombvidék) és a Zalai-dombvidék. Az **Alpokalja kistájai** a következők: Soproni-hegység (óidei kristályos kőzetekből felépülő tönkösödött röghegység), a Kőszegi-hegység (variszkuszi szerkezetű röghegység), a Felső-Őrség és a Vasi-Hegyhát (kavicstakaróval borított dombvidékek). A **Zalai-dombvidék kistájai:** a Nyugat-Zalai-, a Közép-Zalai-, a Kelet-Zalai(Göcsej)-dombság, a Lenti-medence, továbbá a Kerka, a Cserta, a Válicka és a Zala folyók közötti terület.

Középhegységeink, a Dunántúli- és az Észak-magyarországi-középhegységek. Tengerszint feletti magasságuk 400–1000 m közötti. (A 400–600 m közötti magasságúakat alacsony hegységnek nevezik.) Kialakulásukra a másodlagos kiemelkedés és a tönkösödés jellemző. A **Dunántúli-középhegység** délnyugat–északkeleti irányban húzódó, döntően középidői kőzetekből álló röghegységvonulat. E **nagytáj középtájai:** a Bakonyvidék, a Vértes-Velencei-hegyvidék és a Dunazug-hegyvidék. A 4000 km²-nyi kiterjedésű **Bakony-vidék kistájai** a következők: a Keszthelyi-hegység, a Tapolcai-medence, a Balaton-felvidék és a Bakony. A Dunazug-hegyvidék részei: a Gerecse, a Pilis és a Budai-hegység.

Az **Észak-magyarországi-középhegység** az Északi-Kárpátok belső vonulatának része. A középidői és harmadidőszaki kőzetekből felépülő hegységek között dombsági jellegű medencék (Nógrádi-medence, Heves-Borsodi-dombság) és völgyek vannak. **Középtájai:** a Visegrádi-hegység, a Börzsöny (a Visegrádi-hegység és a Börzsöny a Duna mélyítő eróziója révén vált két különálló egységgé), a Cserhátvidék, a Mátravidék (ott emelkedik hazánk legmagasabb pontja, az 1014 m-es Kékes), a Bükkvidék, az Aggtelek–Rudabányai-hegyvidék, a Tokaj-Zempléni-hegyvidék, és az Észak-magyarországi medencék.

A **Cserhátvidék kistájai:** a Karancs hegységcsoport, a Cserhátalja és a Gödöllői-dombság. Az **Aggtelek-Rudabányai hegyvidéket** a következő **kistáj** alkotják: az Aggteleki-karszt és a Rudabánya-Szalonnai-hegység.

A **Tokaj–Zempléni-hegyvidék** a Zempléni-hegységet, a Tokaj-Hegyalját, továbbá a Hegyközt foglalja magába. Az **Észak-magyarországi medencékhez** tartoznak, a már példaként említetteken kívül a Felső-Zagyva-Tarna közti dombság, a Sajó-völgy, a Putnoki-dombság, a Cserehát, a Szendrői-rögvidék, a Hernád-völgy és a Szerencsköz kistájak.

4. Magyarország éghajlata

4.1. Éghajlatunk általános jellemzői

Az egyes országok, így hazánk **éghajlatát is földrajzi helyzetük határozza meg**, ezen belül elsősorban az, hogy milyen földrajzi szélességek között fekszenek. **Országunk éghajlatát is módosítja** az óceánoktól, tengerektől való távolsága, a tengeráramlat hatása, a domborzat, valamint a hatásközpontokból (akciócentrum) érkező légtömegek tulajdonságai. Magyarország földrajzi helyzete alapján a **mérsékelt övezet mérsékeltén szárazföldi** (kontinentális) éghajlati tartományába tartozik. Hazánkban négy éghajlati körzet van, az alföldi (I.), a kisalföldi (II.), az Alpokalját, a Dunántúli-középhegységet és dombságot magában foglaló (III.), valamint az Észak-magyarországi-középhegységi (IV.). Az I. és a III. körzeteket alkörzetekre osztják.

Az **Atlanti-óceán** és az **Észak-atlanti tengeráramlás** hatása a nyugati szelek révén érvényesül. Az onnan jövő ciklonok 2–2,5 °C-os pozitív hőmérsékleti anomáliát (az adott szélességi kör évi középhőmérsékletétől pozitív irányban való eltérés – hőtöbblet) idéznek elő. Az **Adriai-tenger** módosító szerepe elsősorban az ország délnyugati részén érezhető.

A **hatásközpontok** (akciócentrumok) közül egész évben hat hazánkban az **izlandi minimum** és az **azori** (Azori-sziget térsége fölötti) **maximum**. Télen a **szibériai maximum** (Belső-Ázsia fölötti), nyáron a **Perzsa-öböl** (Elő-Ázsia légterében kialakuló) **minimum** érvényesül. A maximum jelző magas, a minimum jelző alacsony légnyomású légtömegeket jelent, nevük pedig keletkezésük, kialakulásuk térségét. A hatásközpontokból elinduló légtömegek magukkal hozzák a rájuk ott jellemző fizikai tulajdonságokat, tehát hőmérsékletüket, légnyomásukat, páratartalmukat. Ebből következően az **Izland** felől jövő ciklonok télen enyhe és csapadékos, nyáron hűvös és szintén csapadékos időjárást okoznak. Medárd-nap (június 8.) környékén általában tartósan érvényre jutnak. Az **Azori-szigetek** (az Atlanti-óceán szubtrópusi részén) környékéről induló levegőtömeg nyáron száraz, szélcsendes, nagyon meleg időt, télen átmeneti enyhülést idéz elő, ősszel pedig a „vénasszonyok nyarát”. A **szibériai maximum** október és április között alakul ki. A nagyon hideg, száraz levegő Belső-Ázsiából lassan mozog nyugati irányba, tehát Kelet- és Közép-Európa felé. Ha bejut a Kárpát-medencébe, akkor az derült időt, akadálytalan kisugárzást és ezáltal hőmérséklet-csökkenést von maga után. A **Perzsa-öböl minimum** elősegíti és erősíti az európai monszont.

A **domborzat** éghajlatmódosító **hatása** lehet **közvetlen** és **közvetett**. Az előbbi abban nyilvánul meg, hogy a tengerszint feletti magassággal csökken a hőmérséklet (100 m-ként 0,5 °C) és nő a csapadék mennyisége. A közvetett hatás hazánk medence jellegéből következik.

Az Alpok, a Kárpátok és a Dinári-hegység lefékezik a térségükbe érkező szelek erejét, megváltoztathatják haladási irányukat. Ez hazánk időjárására lehet pozitív és negatív hatású. Pozitív például akkor, amikor a Kárpátok láncai megakadályozzák a hideg, száraz légtömegek beáramlását a Kárpát-medencébe. Negatív hatás például az, amikor az Alpok vonulatai felszállásra késztetik a csapadékot hozó nyugati szeleket. Mivel ennek következtében a csapadék jelentős része az Alpok nyugati lejtőire hullik, hozzánk gyakran fön jellegű, száraz szélként jutnak el. Ezért szárazabb és aszályosabb az éghajlatunk, mint a tőlünk nyugatabbra lévő Ausztriáé.

OLVASNIVALÓ

A hazai meteorológiai megfigyelések rövid története

Hazánkban 1781 novemberében kezdték meg a rendszeres, napi háromszori meteorológiai megfigyeléseket és méréseket a Budai-egyetemen. (A nagyszombati egyetemet telepítették át Budára 1777-ben.) Ez kiterjedt a felhőzetre, a csapadékra, a szélre, a légnyomásra és a hőmérsékletre. Ekkor Buda volt a nyugat-európai figyelőhálózat legkeletibb helyszíne. 1818-tól a '48-as forradalomig a Gellért-hegyi csillagvizsgálóban végezték a megfigyeléseket. Magánkezdeményezésben is folytak észlelések, például Kolozsvárott, Selmecbányán, Pozsonyban. A mai Magyarország területén pedig Egerben és Debrecenben. Budán 1861–1870 között a Toldy Reáliskola volt az időjárási megfigyelések helyszíne.

1870-ben létesült az önálló Magyar Királyi Országos Meteorológiai és Földdelejtességi Intézet. (Az utóbbi elnevezés 1894 után Földmágnességre változott.) Magyarországon ekkor már 42 helyen folyt időjárási adatrögzítés. Az adatok ekkortól folyamatosan jelentek meg a Meteorológiai Évkönyvben.

1890–1911 között az intézet igazgatója Konkoly-Thege Miklós csillagász volt. Vezetése alatt az intézmény szakmailag és anyagilag egyaránt megerősödött és nemzetközileg elismertté vált. Ógyallai birtokán az akkori Európa egyik legkorszerűbb felszereltségű meteorológiai központját hozta létre. 1896-ban megindította a zivatarfigyelő szolgálatot. Az első térképes napi időjárási jelentés 1891. június 1-jén jelent meg. Napi előrejelzéseket is akkortól készítenek. Ezeket a postahivatalokba továbbították.

A mezőgazdasági termelés és a vízgazdálkodás számára igen fontos volt az időjárási adatok ismerete. Természetesen ma is az. A meteorológiai intézet ezért az 1890-es évektől 1950-ig a Földművelődésügyi Minisztérium fennhatósága alá tartozott. 1911-ben, Konkoly-Thege nyugállományba vonulásakor az országban öt jól felszerelt obszervatórium, 1438 észlelőállomás működött és az intézet öt különböző szakkiadványt jelentetett meg.

Az intézmény második jelentős korszaka az 1930–1945 között volt Réthly Antal igazgató vezetésével, aki szorgalmazta az egyetemi szintű meteorológus képzést és külön tanszék létrehozását. Ő volt az első, aki szólt Budapest levegőszennyezettsége fokozódásának várható negatív következményeiről. 1925-ben megalapította a Magyar Meteorológiai Társaságot. Intézetében nemzetközi hírű szakembereket foglalkoztatott. Például Kakas József éghajlatkutatót, Flórián Endre ionoszférakutatót.

1950-ben az intézet addigi kettős feladata, a meteorológiai és a földmágnesség kutatás kettévált. Az utóbbi tevékenységet az Eötvös Loránd Állami Geofizikai Intézetben végzik. Az előbbiben 1970-ig sokféle kutatás folyt. Például éghajlati, időjárási, légkörfizikai, agro-, hidro- és biometeorológiai. A *Magyarország éghajlati atlasza* I. kötete 1960-ban, a II. kötet 1967-ben jelent meg.

1970-ben három önálló intézet alakult az eddigi egy helyett. Ezek a Meteorológiai, a Központi Légkörfizikai és a Központi Előrejelző Intézet. Megindult a jégeső-elhárítás is.

1990-ben igen jelentős szervezeti átalakulás ment végbe a meteorológiai szolgálatban. Akkortól a felügyeletet a Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium (neve 2002-től Környezetvédelmi- és Vízügyi Minisztérium) látja el. Jelenleg az országban 120 állomáson végeznek napi rendszerességgel időjárási megfigyeléseket. A kutatás fő témái: az időjárási előrejelzés, műhold- és radarmeteorológia, klimatológia, agrometeorológia, valamint légszennyeződés.

A meteorológiai szolgálat a tömegkommunikáció eszközein keresztül rendszeresen ad rövid- és középtávú tájékoztatást az időjárásról. Ezt a kirándulások szervezésekor kísérik figyelemmel.

4.2. Az éghajlati (időjárási) elemek időbeli és területi eloszlása

Napsugárzásból több jut hazánk területére, mint az azonos szélességi körön fekvő nyugat-európai országokban. Ez éghajlatunk szárazföldi jellegéből következik. A napsütéses órák száma 1850/év (a Dunántúl nyugati részén, az Alpokalján) és 2200/év (a Duna-Tisza közének déli részén, Szeged környékén) között változik. Évi eloszlása kedvező, mert kb. háromnegyed része a nyári félévre, a növénytermesztés fő időszakára jut. Ez jó minőségű gyümölcs-, szőlő-, zöldség- és rizstermesztést tesz lehetővé. A július és az augusztus a napfényben leggazdagabb, a december pedig a legszegényebb hónapok.

A napfénytartam évi maximális összege 2496 óra volt, amelyet 1950-ben Kecskeméten mértek. Az évi minimális összeget 1972-ben Sopronban regisztrálták, ez 1398 óra volt.

A **léghőmérséklet** területi eloszlásában csak kis különbségek vannak hazánk északi és déli részén. Az **évi középhőmérséklet** 8–11 °C közötti. A mezőgazdasági termelésben fontosabb az egyes hónapok középhőmérsékletének ismerete. Magyarországon a **leghidegebb** hónap a **január** (közhőmérséklete 0 és 4 °C közötti). Leghidegebb a tél az ország északkeleti, legenyhébb a Dunántúl északnyugati és déli részén. **Júliusban** van a **legmelegebb** (közhőmérséklet 18–23 °C közötti). Ekkor a hőmérséklet az óceáni hatás következtében a nyugati országrészben a legalacsonyabb, a délkeletiben pedig, a keletről érkező szárazföld belseji meleg légtömegek érvényre jutása miatt a legmagasabb. A hónapok középhőmérséklete januártól júliusig fokozatosan emelkedik, júliustól januárig pedig csökken. **Hazánk hőmérsékletének évi járásában a következő szabályszerűségek figyelhetők meg:**

- ♦ Május közepi hőmérséklet-visszaesés („fagyoszentek”), amelyet a sarkvidéki hideg, száraz légtömegek utolsó beáramlása okoz. A derült éjszakákon kialakuló talajmenti fagyok jelentős mezőgazdasági károkhoz vezetnek, főként a szőlőültetvényekben és a gyümölcsösökben.
- ♦ Medárd-nap környéki (bekövetkezhet kb. két héttel előbb és később is) hőcsökkenés, a hűvös, páradús óceáni légtömegek hatására. Nagy mennyiségű csapadék hullásakor folyóink megáradnak („zöldár”).
- ♦ Szeptember végén, október elején erőteljes felmelegedés lehet, csendes, derült idővel („vénasszonyok nyara”). Ezt, mint azt már említettük, az azori maximum idézi elő, tehát a magasnyomású légtömegek érvényre jutása, illetve a csökkenő ciklontevékenység.

A műszeres hőmérsékleti adatszolgáltatás óta hazánkban a legmagasabb hőmérséklet 41,3 °C volt, amelyet Pécsen mértek 1950. június 5-én. A Görömbölytapolcán (ma Miskolc része) 1940. február 16-án észlelt mínusz 35 °C-os érték pedig az eddigi legalacsonyabb hőmérséklet.

Forrás: MÉSZÁROS R. (2001): Időjárásunk legjei. Természetbúvár, 1, 17.

Szélviszonyok. Magyarország földrajzi fekvése alapján a **nyugati szelek** zónájába tartozik. Éghajlatunk alakításában fontos a szél iránya, erőssége és gyakorisága. A Dunántúl északi részén és a Duna-Tisza közén az északnyugati, a Nyugat-Dunántúlon inkább az északi, a Tiszántúlon, amelynek szélviszonyait az Északkeleti-Kárpátokon és a Keleti-Beszkidéken átjövő légtömegek határozzák meg, az északkeleti és az északi szelek az uralkodók.

Az Észak-magyarországi-középhegységben a szélirány a völgyek futását követi, ezért igen változatos. A Dél-Alföldön pedig az ide eljutó mediterrán légtömegek következtében gyakori a déli szél. Hazánkban ismert **helyi szél** a főn jellegű **vázsonyi**, amely a Bakonyból érkezik a Balatonra. A tó környékének szélviszonyait a tavi légkörzés is befolyásolja. Ez a vízfelület és a partok eltérő hőmérsékletéből adódik.

A **szélsebességet** tekintve országunk **mérsékeltlen szeles**. Legszelesebb térségünk a Dunántúl északnyugati része. **Viharos** sebességű szél (62–74 km/h) évente 25–100 alkalommal van hazánkban. **Orkánerejű** szél (103 km/h-nál nagyobb sebesség) ennél jóval kisebb gyakoriságú. A mérsékelt övezeti **forgószelek** (tornádó) pedig még ennél is ritkábban pusztít, átlagosan kétfévente fordul elő. Az eddig mért legnagyobb szélhőcsés hazánkban 44,5 m/s volt, amelyet Szarvason regisztráltak 1988. augusztus 3-án.

Csapadékviszonyok. A növénytermesztésben a csapadék évi mennyiségén kívül annak időbeli és térbeli eloszlása is nagyon fontos. A tenyészidőszakban, tehát április és szeptember között hazánkban 300–500 mm eső hullik. Nyugatról kelet felé haladva csökken a mennyisége, a tengerszint feletti magassággal pedig növekedik (a középhegységekben 100 m-ként átlag 35 mm-rel). A hegyek nyugati lejtőire több csapadék esik, mint a keletiekre. A nyugati országrészek és az Észak-magyarországi-középhegység csúcsai jutnak a legtöbb csapadékhoz (600–800 mm), legszárazabb az Alföld középső része 500 mm körüli értékkel. A hazai csapadék időbeli eloszlása szeszélyes és aránytalan. Jellegzetes a késő tavaszi, a kora nyári, valamint az őszi, októberi csapadékmaximum. Nagyobb hányada eső.

Télen gyakoribb ugyan a csapadék, de mennyisége kevesebb, mint más évszakokban. Tavasztól őszig több a zivatar (évi átlagban 20–40 közötti a zivataros napok száma).

A csapadékmennyiség szélsőséges értékei 2001 júliusáig a következők voltak:

- ◆ A legnagyobb évi csapadékösszeg: 1510 mm (1937, Kőszeg)
- ◆ A legalacsonyabb évi csapadékösszeg: 235 mm (1865, Eger)
- ◆ A csapadékos napok legmagasabb évi száma: 143 (1956, Letenye)
- ◆ A csapadékos napok legalacsonyabb évi száma: 42 (1983, Csörnyefölde)
- ◆ A legnagyobb hótakaró vastagság: 151 cm (1947. február 19., Kőszeg)

Forrás: MÉSZÁROS R. (2001): Időjárásunk legjei. *Természetbúvár*, 1, 17.

5. Magyarország vízrajza

5.1. Felszíni vizek

Hazánk medence jellege vízrajzának is döntő tényezője. A folyók többsége a Kárpát-medencét északról, keletről és nyugatról övező hegységek felől érkezik. Közvetlenül vagy közvetve a Duna vízgyűjtő területéhez tartoznak. A **Duna** a nyugati országrész, a **Tisza** az Észak-magyarországi-középhegység és az Alföld felszíni vizeit fogadja. A **Duna** a holocén eleji medencesüllyedés óta, a **Tisza** a pleisztocén korszaki kéregmozgások következményeként az óholocéntól folyik a jelenlegi irányban. A 20. században már mindkettőnek szabályozott medre volt. Folyóink vízjárása, vízállása és ezzel összefüggésben a vízmélysége a változó csapadékmennyiség szerint jelentősen ingadozik. A folyók oldott, lebegtetett és görgetett hordalékot egyaránt szállítanak, amelyek jelentős mennyiségben a velünk szomszédos országokból érkeznek. A Tiszában több a lebegtetett hordalék („szőke Tisza”), mint a Dunában, ami medrük és környezetük felszínfelépítésének különbözőségéből adódik.

A **Duna** Európa második legnagyobb folyója. (Hosszúsága alapján a Földön a 35. helyen áll.) Útja a Fekete-erdőtől a Fekete-tengerig tart, 2860 km-en át. Hazánkra ebből 417 km hosszúság jut. Összvízgyűjtő-területéből (817 000 km²) 39 000 km²-nyi jut Magyarországra. **Szakaszjellege változó.** Magyar földre lépésétől Gönyűig alsó-, Gönyű és Esztergom között közép-, Vácig felső-, Vác, Budapest, illetve Budapest és Fajsz között ismét alsó-, majd onnan a déli országhatárig középszakasz jellegű. Kisebb esésű részein kavics- és homokzátonyok, valamint gázlók képződnek. Például Szap és Gönyű között, Nyergesújfalunál, Dömösnél, Vácnál, Alsógödnél. Ezek ma is változtatják helyüket, különböző nagyságú szigeteket képeznek. A Dunán valódi szigetek például a Szentendrei-, a Csepel-sziget, zátonyok pedig az Újpesti-, az Óbudai-, a Margit-sziget stb. **Két árvize van.** A kora tavaszi jeges áradást a hóolvadás, valamint a mellékfolyók és a jég vízviszaduzzasztó hatása okozza. A jeges árvizek azért alakulnak ki, mert a Duna vizének befagyása a sík területeken, olvadása viszont az enyhe óceáni légtömegek hatására a Duna felső szakaszán kezdődik. Jégdugó idézte elő az 1838-as árvizet, amely Pesten és Budán óriási pusztítást végzett. (A folyó jeges árvizeiről 1012 óta vannak írásos adatok. A 13. századból 5, a 14–17. század között 17, a 18. században 15 pusztító árvizet jegyeztek fel a krónikások). A kora nyári „zöldár” kiváltója az erre az időszakra jellemző esőzés és az Alpok magasabban lévő részein meginduló hóolvadás. (1956-ban április elejétől június közepéig 6 árhullám vonult le a Dunán, 119 napig tartott az árvízi védekezés.) **Bal oldali mellékfolyója** az Ipoly, **jobb oldaliak** a Lajta, a Rába, a Marcal, a Sió (Zala–Balaton–Sió–Sárvíz mellékfolyó-együttes), a Dráva és a történelmileg jelentős Csele-patak.

A Máramarosi-havasokban két forráspattakkal (Fekete- és Fehér-Tisza) eredő **Tisza** síksági folyó. Hazánk területén középszakasz jellegű, hol kanyarogva feltöltő, hol kanyarogva bevágódó jelleggel. Lefűzött, levágott morotvák, morotvatavak kísérik útját. Szabályozása előtt (1846-ban kezdték) széles árterületén gyakran változtatta medrét. A szabályozással megrövidítették a magyarországi folyószakasz hosszát, 955 km-ről 600 km-re. A hosszcsökkenés (114 átvágást végeztek) esésnövekedést eredményezett. (Összhossza 1419 km-ről 966 km-re változott.) **Három árvize van.** A kora tavaszt a Keleti-Kárpátokban és az Erdélyi-peremhegyvidéken meginduló hóolvadás, a kora nyárit e folyónál is a júniusi esőzések idézik elő, az esetleges késő őszt az őszi csapadékmaximum. A Tiszának és mellékfolyóinak igen szélsőséges a vízjárása. **Jobb oldali mellékfolyói** a Bodrog, a Sajó, a Hernád, az Eger és a Zagyva. **Bal oldalról** a Túr, a Kraszna, a Szamos, a Hármas-Körös és a Maros ömlik bele.

Országunkban a felsorolt nagyobb folyókon kívül kb. 2500 kisebb méretű vízfolyás ismert. Egy részükben csak időszakosan van víz.

OLVASNIVALÓ

A Tisza forrásvidékén

A magasra nőtt középhegység gerincén magashegységi viszonyok érvényesülnek. Fő irányát hármas ív rajzolja ki, ez azonban viszonylag egységes képet mutató felületté pusztult le. A legkeményebb kőzetekből felépülő külső ívet a Bieszczyca, a Szkolei-Beszkidek és a Gorgánok alkotják. A középső vonulat a mai vízválasztó, itt húzódott a történelmi országhatár, rajta több kényelmes hágó vezet át (az Uzsoki-, a Vereckei-, a Toronyai-, a Légió-, a Pantir- és a Tatár-hágó). Részai az Erdős-Kárpátok, a Keleti-Beszkidek és a Máramarosi-havasok legmagasabb gerince, a *Fehér-Tisza forrásvidéke fölött* húzódó *Csorna Hora*, rajta a hegység legmagasabb pontja, a Hoverla (2061 méter). A medence felé eső belső ív a Róna-havas, a Borzsa-havas, a Kraszna és a Szvidovec alkotta együttes. A vízválasztó és a belső ív között húzódó hosszú folyosó a *Verhovina*, amely sűrűn lakott terület. *Innen indulnak a Felső-Tisza bővízü mellékfolyói – a Latorca, a Nagyg, a Talabor és a Tarac –*, amelyek a belső ív valaha egységes vonulatát az említett részekre tagolták. Ezt a hármas ívet, amelyet üledékcúszással keletkezett tengeri eredetű homokkő (flis) alkot, az Alföld felé vulkáni hegység zárja le, amelynek része a Vihorlát, a Szinyák, a Borló, a Nagyszőlősi-hegység, az Avas, a Kőhát és a Gutin. Ezt a sort is áttörték a folyók: az *Ung Ungvárnál, a Latorca Munkácsnál, a Borzsa Ilosvánál, a Tisza pedig Husztnál* talált utat magának.

Az *Északkeleti-Kárpátok* a Kárpátok gyűrűjének legkeskenyebb, legalacsonyabb, ennek ellenére mégis a legcsapadékosabb része.

[...] A második világháború előtt az Északkeleti-Kárpátok területének mintegy felét borították erdők (a Kárpát-medence egyetlen más táján sem volt ekkora ez az arány), de régóta folyik a nagyüzemi kitermelésük, s ez majd egy évtizede intenzívebbé vált. Ijesztő látványt nyújtanak a többször tízhektáros vagy az akár több négyzetkilométeres tarvágások, különösen a meredek oldalakon, ahol az erózió nagyon gyorsan tünteti el a talajréteget, emiatt a patakok vize zavaros, s egész hegyoldalak csúsznak le. Érthetetlen, hogy a Kárpát-medence vízgyűjtőjének legcsapadékosabb néhány száz négyzetkilométerén, a Szvidovectól délre elnyúló hegyeken és völgyeken miért engedik kívágni az erdők nagy hányadát. Az erdők víz visszatartó képessége régóta ismert, ezért ne csodálkozzunk a múlt évi és az idei tiszai árvizek nagyságán.

Az *Északkeleti-Kárpátok* hegyeinek láncolata évszázadokig a történelmi Magyarországot határolta. Az Ondava völgyétől a Borsai-hágóig húzódik, s *jelenleg Ukrajnához tartozik*. Kilométerek százai választják el hazánktól, mégis mind gyakrabban és nagyobb nyomatékkal szól bele életünkbe. Itt ered ugyanis az öt ország területéről vizet gyűjtő Tisza, innen zúdulnak rá az azok a pusztító árhullámok, amelyek legutóbb az idén is a gátak átszakításával adták tudtunkra, hogy „azért a víz az úr!”

Sokáig a Kárpátok koszorújának egyik leggazdagabb vadona tört az ég felé ezen a vidéken. Az erdőket letaroló rablógazdálkodás azonban jóvátehetetlen károkat okozott. Hiába hangzott el újra meg újra az Ungváron élt Fodor István professzor és más tudósok figyelmeztetése, hogy a kopár lejtőkön lezúduló víztömeg elönti az alföldi jellegű térségeket, szava süket fülekre talált. A folyó pedig ismételt benyújtotta a számlát.

[...] Biztató jelnek tekinthető, hogy a tiszai vízgyűjtőterület öt országa állami vízügyi szervezetének vezetői 2001 júliusában Debrecenben tárgyalóasztalhoz ültek. Itt a legfontosabb tennivalók áttekintésekor Ukrajna képviselője bejelentette: országa a Tisza völgyében felfüggeszti a fakitermelést.

Forrás: CSER B. (2001): A Tisza forrásvidékén. *Természetbúvár*, 5, 33.

Állóvizeink a Balaton, a Velencei-tó, a Fertő-tó és a különböző eredetű, általában kis méretű természetes és mesterséges tározók (1984-ben 276 volt belőlük), halastavak, hűtőtavak, bányatavak (víz által kitöltött bányagödrök – kb. 100 db) stb. (Állóvizeink száma több mint 1200.) Tavaink mindegyike fiatal geológiai képződmény.

A **Balaton** jelenlegi kiterjedése 629,9 km², amelyből nyílt vízi terület 571,4 km², nádas pedig 58,2 km². 77 km hosszú, átlagos vízmélysége 3,4 m. Szélessége 15 km és 1,5 km közötti.

Vízgyűjtő területe jelenleg 5775,5 km², amelyen 650 mm/év csapadék hullik. A tó felülete ennek kb. másfélszeresét – 900-950 mm/év – párologtatja el évente.⁸ Medencéje pleisztocén kori árkos süllyedék, mai formájában a pleisztocén végén, a holocén elején alakult ki. Területe azóta jelentősen csökkent. A partja aszimmetrikus. Az északi oldal meredeken szakad le, ott a meder hirtelen mélyül. A déli oldalát parti turzágát kíséri. Hosszan elhúzóódó sekély vizű, homokos partja kedvelt strand. Vizét a Zala, néhány kisebb somogyi patak és a csapadékvíz pótolja. A vízszint szabályozására építették meg a Siófoknál kiágazó Sió-csatornát.

A **Fertő-tó** teljes felülete 309 km², amelynek mintegy negyedrésznyi területe, kb. 75 km² esik hazánkra. Vízyűjtő területe 1120 km². Hossza 35 km, szélessége 8,5 km. Vize nátriumsókban igen gazdag, ugyanis nincs lefolyása, nem volt vízcseréje (ma is kismértékű). Medencéje a Kisalföld peremsüllyedéke. Jelenleg alacsony vízállású, nádasokkal (180 km²-en) borított, a feltöltődés előrehaladott szakaszában lévő tó. Vízutánpótlását a Wulka- és a Rákos-patak csak részben tudja biztosítani. A Hansággal együtt egyik nemzeti parkunk (1994 óta).

A **Velencei-tó** 10 km hosszú, 2,5 km széles, 1,1 m átlagos vízmélységű, 26 km² területű. A Balaton árkos süllyedékének folytatásában fekszik. E tavunk feltöltődése is erőteljes, a tó alját vastag iszapréteg borítja. Vízyűjtő területe 602 km². Vizét a Császár-víz, illetve az azon épített tározók (zámoslyi és a pátkai), és a Vereb-Pázmándi-patak gyarapítja. Fölös vizét a Dinnyés-Kajtori-csatorna vezeti le.

Egyéb állóvizeink közül ismertebbek a Kalocsa környéki Szelidi-tó, a Szarvas melletti Holt-Körös (morotva tavak, számuk az országban 280), a Szeged melletti Fehér-tó, az orosházi Gyopáros-tó, a nyíregyházi Sóstó (szikes tavak). A mesterségesek közül pedig a lillafüredi Hámori-tó, a Rakacai-, a Lázberci-, az Abaliget-tó stb. Forrástavunk a Hévízi-tó, földcsuszamlással elgátolt az Ózd közeli Arló-tó, dolinavunk a Vörös-tó az Aggteleki-karszton.

5.2. Felszín alatti vizek

A **talajvizek** mennyisége, térbeni elhelyezkedése, minősége a domborzat, a csapadékmennyiség, a tengerszint feletti magasság, a talajszennyezettség szerint igen változó. A talajvíz szintje a belvízrendezés, a folyószabályozások miatt nagy területeken süllyedt mélyebbre. Évszakos ingadozást mutat, tavasszal magasabban van. A talajvizet ásott kutakkal hozzák felszínre. Napjainkban elsősorban a nitrátszennyeződés miatt egyre több településen alkalmatlan emberi használatra.

A jó minőségű **karsztvizek** (résvíz) (például Mecsek, Dunántúli-középhegység, Bükk, Aggteleki-karszt) és a **rétegvizek** nagy jelentőségűek az ivó- és iparivíz ellátásban. A rétegvizek szintjét fúrt kutakkal (artézi kutak) érik el. Az első hazai, ivóvizet adó artézi kutat Hódmezővásárhelyen, 1884-ben fúrták. A nagyobb mélységekből felszínre kerülő artézi vizek hőmérséklete 20 °C-nál melegebb víz. Ebből készletünk óriási (a Kisalföldön, a Dunántúl nyugati, délnyugati részén, a Duna-Tisza közén, a Tiszántúlon). Magas hőmérsékletük révén jelentős hőenergiát képviselnek. Felhasználhatók fürdésre, mezőgazdasági létesítmények, lakóépületek fűtésére stb. Egy részük **ásvány- és gyógyvíz**. (Gyógyfürdők vannak például Budapesten, Hévízen, Harkányban, Bükfürdőn, Hajdúszoboszlón, Balatonfüreden.)

6. Magyarország talajai

6.1. Zonális talajok

Hazánkban sokféle zonális erdő- és mezőszéki talaj fordul elő. A **fakószínű erdőtalaj** (podzol) főként erdei fenyvesekben, bükkösökben alakult ki. Például a Nyugat-Dunántúli dombságon, a Soproni- és a Kőszegi-hegységben, a Börzsöny magasabb régióiban. Legelterjedtebbek a **barna erdőtalajok** változatai, a tölgyes társulások alatt. A Dunántúli- és az Észak-magyarországi-középhegységben, a Zalai-, a Baranyai-, a Tolnai- dombvidéken stb. nagy területeket borít. Ahol mezőgazdasági művelésbe fogták, ott erdei jellegű mezőszéki talajjá alakult. **Rozsdabarna erdőtalajok** a Nyírségben, Belső-Somogyban, a Gödöllői-dombság stb. homokjain képződtek.

⁸ MÉSZÁROS-SCHWEITZER (szerk.) (2002): *Magyar Tudománytár*. I. kötet. Kossuth Kiadó, Budapest. 231.

A jó minőségű **mezősegi talajok**, mint a csernozjomok, illetve a csernozjomszerűek a löszfelszíneken képződtek. Ilyen van például a Mezőföldön, a Bácskai-löszháton, a Maros-Körös-Tisza szögletében.

6.2. Intrazonális talajok

A **réti talajok** a folyó menti árterületek magasabb régióiban (például a Tisza, a Körösök, a Sajó partjain) jöttek létre. A mocsári és az ártéri erdők, valamint a **lápok talajai** (például kotus, tőzeges láptalaj) is e talajcsoportba tartoznak. A réti talajokkal együtt kialakulásukat a vízhatás határozza meg. A magas sótartalmú **szikések** szintén a vízhatásra képződtek. A szikesedés rontja a talaj vízgazdálkodását. A talaj szerkezete és a sófelhalmozódás jellege alapján szolonyec (oszlopos) és szoloncsák (szerkezet nélküli) típusú szikéseket különböztetnek meg. Elsősorban az Alföldön fordulnak elő, a Hortobágyi és a Kiskunsági Nemzeti Park területén. A dolomit- és a mészkőfelszínek (például: Aggteleki-karszt, Bükk, Vértes, Bakony) talajtípusa a vékony, de humuszgazdag **rendzina**.

6.3. Azonális talajok

Azonális váztalaj a **futóhomok** (például a Duna-Tisza közén, a Nyírségben), valamint a folyók mentén lévő **öntéstalajok**. (A váztalajok, az öntés- és a lejtőhordalék-talajok együttesen a romtalajok.)

Magyarország természetes növénytakarulásait az Ökológiai alapismeretek című jegyzet tárgyalja.

VII. IRODALOMJEGYZÉK

- BARTHOLY J.–MÉSZÁROS R. (1998): Sűrűsödő ködök. *Természetbúvár*, 5.
- BARTHOLY J.–MÉSZÁROS R. (1998): A tél művészete. *Természetbúvár*, 6.
- BORSY Z. (szerk.) (1999): *Általános természetföldrajz*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- BOTH E. (1993): *A Föld és a csillagok*. Calibra Kiadó, Budapest.
- CZAYA, E. (1988): *A Föld folyói*. Gondolat Kiadó, Budapest.
- CZELNAI R.–SZEPESI D. (1986): *Meteorológia*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- CSABA GY. G. (1987): *Kalandozás az égbolton*. Gondolat Kiadó, Budapest.
- CSER B. (2001): A Tisza forrásvidékén. *Természetbúvár*, 5.
- DORSCHNER, J. (1980): *A bolygók – a Föld édestestvérei?* Gondolat Kiadó, Budapest.
- DUNKEL Z. (1996): Az élő felszín szerepe a légkör és az éghajlat alakításában. *Természet Világa*, I. különszám.
- ENDRÉDI L. (2000): *Földrajzi ismeretek*. Nemzeti Tankönyvkiadó Rt., Budapest.
- FÜLEKY GY. (1988): *A talaj*. Gondolat Kiadó, Budapest.
- GARANCZY M. (2000): A naptár. *Természetbúvár*, 6.
- GÁBRIS GY. (szerk.) (1996): *Csillagászati földrajz*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- HABER, H. (1990): *A csillagok*. Tessloff és Babilon Kiadó Budapest.
- HASZPRA L. (1996): Üvegházhatású gázok a légkörben. *Természet Világa*, I. különszám.
- HERCZEG É.–VOJNITS A. (1981): *Időjós élővilág*. Natura Kiadó, Budapest.
- HERMANN, D. (1981): *Az égbolt felfedezői*. Gondolat Kiadó, Budapest.
- HERMANN, J. (1992): *SH atlasz – Csillagászat*. Springer Hungarica, Budapest.
- HEVESI A. (1997): *Természetföldrajzi kislexikon*. Klett Kiadó, Budapest.
- HÉDERVÁRI P. (1983): *A Naprendszeren innen és túl*. Népszava Lap- és Könyvkiadó, Budapest.
- HORÁNYI G. (1995): *Csillagászat*. Calibra Kiadó, Budapest.
- JAKUCS L. (1992): *Általános természeti földrajz I. A földrajzi burok kozmogén és endogén dinamikája*. JATE Press.
- JAKUCS L. (1993): *Természetföldrajz I. A Föld belső erői*. Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged.
- JAKUCS L. (1995): *Természetföldrajz II. A Föld külső erői*. Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged.
- JUHÁSZ Á. (1987): *Évmilliók emlékei. Magyarország földtörténete és ásványi kincsei*. Gondolat Kiadó, Budapest.
- KARÁTSZON D. (főszerk.) (2000): *Pannon enciklopédia. Magyarország földje*. Kertek Kiadó, Budapest.
- KISS I. (1993): Madarat tolláról... *Süni*, 7.
- KIS-KOVÁCS G. (1998): „Mezei” meteorológusok. Mikor hamburgázik a disznó? *Természet Világa*, I. különszám.
- Larousse – *A természet enciklopédiája*. (1994) Glória Kiadó, Budapest.
- MÉSZÁROS–SCHWEITZER (szerk.) (2002): *Magyar Tudománytár I. – Föld, víz, levegő*. Kossuth Kiadó.
- PROBÁLD F. (1981): *Változik-e éghajlatunk?* Gondolat Kiadó, Budapest.
- ROTH, G. (2000): *Meteorológiáról mindenkinek*. Magyar Könyvklub, Budapest.
- SIMON T. (1999): *Természetföldrajz*. AKG Kiadó, Budapest.
- SÁNDOR V. (1996): Troposzférikus ózon, fotokémiai szmog. *Természet Világa*, I. különszám.
- ÜBELACKER, E. (1992): *A Nap*. Tessloff és Babilon Kiadó, Budapest.
- VARGA D.–VARGA A. (1985): *Ég és Föld*. Móra Kiadó, Budapest.
- XANTUS J. (1981): *A természet kalendárium*. Albatrosz Kiadó, Bukarest.

Ajánlott internetes anyagok

GELENCSÉR A. – MOLNÁR Á. – IMRE K. (2012): *Az éghajlatváltozás okai és következményei*. http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0012_eghajlatvaltozas/adatok.html (Letöltés ideje: 2017. 03. 30).

SZABÓ M. – ANGYAL Zs. (szerk.) (2012): *A környezetvédelem alapjai*. http://etananyag.ttk.elte.hu/FiLeS/downloads/EJ-A_kornyezetvedelem_alapjai_OK.pdf (Letöltés ideje: 2017. 03. 30).

Általános természetföldrajz. <http://egyetemi.hu/fajlok/foldrajz/retts%C3%A9gi/%C3%81LTAL%C3%81NOS%20TERM%C3%89SZETF%C3%96LDRAJZ%20%E2%80%93%20III.%20Geoszf%C3%A9r%C3%A1k%20%E2%80%93%20I.%20Litoszf%C3%A9ra.pdf> (Letöltés ideje: 2017. 03. 30).

Ez az egyetemi jegyzet a *természettudományos ismeretek* elmélyítéséhez nyújt segítséget. Az eddig elsajátított ismereteket a környezeti nevelés témaköreiben – évszakok, növények, állatok – foglaltak figyelembevételével összefoglalja, bővíti, rendszerezi, csoportosítja és fejleszti tovább.

A jegyzet első nagy egységének csillagászati földrajzi ismeretei a Földet mint égitestet mutatják be, a bolygónkon kívüli világtérnek is főként a Földre gyakorolt hatását ismertetik.

A második nagy egysége a földi életet meghatározó kőzetburok, vízburok és légkör jellemzőivel és összetételével foglalkozik, különös tekintettel a hallgatóink által nevelt gyermekek életkori sajátosságaira.

A harmadik egység röviden hazánk természetföldrajzi jellemzőit tartalmazza.

Az *irodalomjegyzék* különböző témákban való elmélyülésen túl a hallgatók környezeti nevelésre való közvetlen felkészülését szolgálja.

A szövegben lévő *idegen szavak*, illetve *ismeretlen fogalmak* értelmezése, magyarázata csak azok első előfordulásakor van feltüntetve.

Az *Olvasnivaló...* címszó alatt, a témára vonatkozó figyelemfelhívó, az ajánlott szakirodalom tanulmányozására ösztönző érdekességek találhatók.

