

1. A gázok tulajdonságai

Korábban már tanultunk arról, hogy az anyagok különböző **halmazállapotokban** lehetnek. Ezek közül az időjárást és az éghajlatot tanulmányozva számunkra a **gáz** halmazállapot a legfontosabb. A gáz halmazállapotban az anyag részecskéi egymástól függetlenek, szabadon mozognak és összeütköznek. A gázokról megtanultuk, hogy sem állandó alakjuk sem önálló térfogatuk nincsen, kitöltik a rendelkezésükre álló teret.

A gázok jellemzője a **hőmérséklet**, ami a részecskék átlagsebességével arányos. Minél magasabb a hőmérséklet, annál gyorsabban mozognak az egyes részecskék. A hőmérsékletet Celsius fokban mérjük.

Fontos jellemzője a gázoknak a **sűrűségük**. A **sűrűség** az egységnyi térfogatú gáz tömegét adja meg. A sűrűség jele a görög ró: ρ . Mértékegysége g/cm^3 vagy kg/dm^3 minthogy a g és a kg között valamint a cm^3 és a dm^3 között is 1000 a váltószám a kettő értéke ugyanakkora. A víz sűrűsége 1 kg/dm^3 vagyis egy liter (azaz 1 dm^3) víz tömege 1 kg.

Az anyagok sűrűsége függ attól, hogy milyen részecskéák alkotják őket, de nagyban meghatározza a hőmérsékletük is. Általában minél nagyobb a hőmérséklet, annál kisebb a sűrűség. Könnyen belátható, hogy miért, ugyanannyi anyag gyorsabban mozog, nagyobb teret foglal el, így a térfogata nagyobb, míg a tömege változatlan.

A levegő sűrűségét különböző hőmérsékleteken az alábbi táblázatban található:

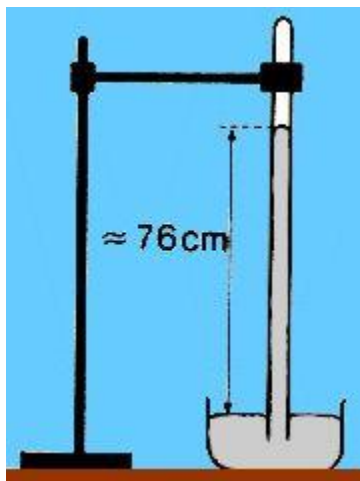
Hőmérséklet ($^{\circ}\text{C}$)	-25	0	10	35
Sűrűség (kg/m^3)	1,4224	1,2920	1,2466	1,1455

Az eltérő sűrűségű anyagokra természetesen eltérően hat a gravitáció. Korábban már szó esett arról, hogy a gravitációs vonzás függ az anyag tömegétől. Ugyanakkora térfogatú anyagok közül arra hat nagyobb erő, aminek nagyobb a sűrűsége. Ebből adódik, hogy az anyagok közül (ha tehetik) a nagyobb sűrűségűek vannak alul (hiszen jobban vonzza őket a gravitáció), a kisebb sűrűségűek alul. tapasztalhatjuk ezt, ha például vizet és olajat öntünk össze. Ha magára hagyjuk a keveréket, egy idő után a kisebb sűrűségű olaj lesz felül, a víz alul.

Ismert jelenség, hogy a meleg levegő felfelé száll, elég egy fazék forró vízre gondolnunk, de ezen az elven működik a cserépkályhák tetejére rakott forgó kígyó is. A melegebb levegőnek nő a térfogata, kitágul valamint a sűrűsége is csökken ezért tapasztaljuk azt, hogy felszáll.

2. A légnyomás

A hőmérséklet, a sűrűség és térfogat mellett a gázoknak még egy nagyon fontos tulajdonságuk van, a **nyomás**. A nyomás az az erő, amivel a gáz a tárolóedényének falát vagy a gátba helyezett test felületét nyomja. A gáz nyomása alapvetően két forrásból ered: az egyik a levegő súlya, amit a gravitációs mező hoz létre, a másik pedig a gázcsepscék ütközésének hatása. Mivel a gázban a részecskék minden irányban mozognak és folyamatosan ütköznek egymással ez az erő egyszerre minden irányban jelentkezik. Az ilyenfajta nyomást (szemben például egy szilárd test által kifejtett nyomással, ami csak egy irányba hat) nevezzük **hidrosztatikai nyomásnak** hiszen ez jellemző a gázokon kívül a folyadékokra is. Nyomása van tehát a levegőnek is, amit **légnyomásnak** nevezünk. A légnyomást elsőként *Toricelli* mérte ki klasszikus kísérletével.



Higanyval teli tálba helyezett egyik végén zárt, higanyval telt csövet és azt tapasztalta, hogy a higanyoszlop magassága mindig 76 cm körül van. A jelenség oka, hogy a levegő nyomása hat a tálban levő higanyra és mintegy felnyomja, fenntartja az oszlopot.

A légnyomás mérésének sokáig használt egysége is ebből a kísérletből származik, a **higanymiliméter** azt mutatja meg, hogy az adott nyomás milyen magas higanyoszloppal tart egyensúlyt. Az átlagos légköri nyomás tehát 760 mmHg. Később a tudós tiszteletére nevezték el az 1 mmHg-t egy **tornak**.

Praktikus okokból később egy másik mértékegységet is használni kezdtek, az 1 **atmoszféra** (1 atm), az átlagos légköri nyomásnak felel meg, tehát megegyezik 760 mmHg-rel. Később a mértékegységek egységesítésekor a nyomásnak új mértéke lett, a **pascal** (pa). Az átlagos légköri nyomás értéke 101 325 pa, azaz 0,101325 Mpa vagy 101,325 kpa. A számítások egyszerűsítése végett (ami azért egy kicsit bonyolítja is a helyzetet) 100 000 pa, ami majdnem megegyezik az átlagos légköri nyomással külön nevet kapott: 1 **bar**. Gyakran találkozunk az ezredrészével, ez a **mbar**, 1000 mbar nagyjából az átlagos légköri nyomást jelenti.

Mitől függ a légnyomás?

Mértékét több dolog is meghatározhatja. Minthogy a légnyomás elsődleges forrása a légoszlop súlya, nem mindegy, hogy milyen magas ez a légoszlop. Minél magasabb hegyen vagyunk, annál kisebb a légoszlop, annál kisebb a légnyomás. 2750 méteren már csak a tengerszinti légnyomás három negyede, a 8848 méter magas Csomolungmán pedig csak 0,3 bar körül van.

Függ a levegő hőmérsékletétől is, minél magasabb a hőmérséklet, annál alacsonyabb a légnyomás, hiszen ritkábban vannak a részecskék, kevesebb a levegő a légoszlopban, így kisebb a súlyuk is. A légnyomás az egyik legfontosabb jellemző, amivel a levegőt jellemezni tudjuk.

A földön a legmagasabb légnyomásértékeket Szibériában mérték, a rekord 1,085 bar, a legalacsonyabb értékek trópusi ciklonokban fordulnak elő, a csúcs itt 0,87 bar.

3. A levegő összetétele

A levegő gázkeverék, ami azt jelenti, hogy többféle gázból áll össze. A különféle gázok forráspontja különböző, így a levegő hűtésével elemeire választhatjuk szét. Az így kapott értékek alapján megállapítható, hogy a levegő nagyját az úgynevezett állandó gázok alkotják, ezek aránya nem változik számottevően, a változó gázok aránya viszont tág értékek között mozoghat.

A levegő állandó gázai közül a lényegesebbek:



Nitrogén 78%

A nitrogén molekulát két nitrogénatom összekapcsolódása hozza létre. A két atom között háromszoros kovalens kötés található, emiatt ez a molekula csak nagyon nehezen lép reakcióba bármilyen más anyaggal. Ezért gyakran közömbös, *inert* gáznak is nevezik.



Oxigén 21%

Az oxigénmolekulát is két atom alkotja, de ezek között csak kétszeres a kötés. Ez az egyik oka annak, hogy sokkal reaktívabb. Az égés nem más, mint hogy az anyagok ezzel a molekulával lépnek reakcióba. Az oxigén a földi élet számára is elengedhetetlen, alapvető

kémiai folyamatainkhoz szükségünk van rá.

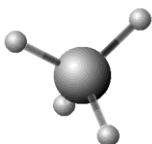
Nemesgázok 1%

Durván 1%-ot tesznek ki a levegőben a nemesgázok, az argon (Ar), a neon (Ne) és a Hélium (He). Ezek az atomok nevüket is arról kapták, hogy nem lépnek reakcióba semmilyen más anyaggal.



Szén-dioxid 0,039%

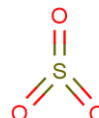
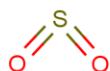
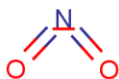
Ez a molekula, amit egy szén atom és két oxigén alkot leginkább a globális klíma kialakításában játszott szerepe miatt jelentős. A legfontosabb úgynevezett üvegház hatású gáz, ami képes felfogni és visszaverni a hősugarakat. A levegőbe vulkánokból, az élőlények lélegzetével és természetesen a tüzelőanyagok elégetésével kerül. A szén-dioxid aránya a levegőben az évek során változhat. A Föld 4 milliárd éves történetében szélsőséges értékek között ingadozott.



Metán 0,000179%

Ez a szénatomból és négy hidrogénből álló molekula legnagyobb mennyiségben a kérődzők és a természetek emésztésével kerül a légkörbe. Üvegházhatása sokszorosa a szén-dioxidénak.

A légkörben található nitrogén- és kén-oxidok mennyisége nem jelentős, szerepük mégis fontos. A nitrogén-monoxid, nitrogén-dioxid, dinitrogén-oxid valamint a kén-dioxid és a kén-trioxid elsődlegesen az ipari tevékenység (kisebb mértékben a tűzhányók és a villámok) hatására kerül a légkörbe. Ezek az anyagok a levegőben levő vízzel reagálva savakat képeznek, ami a savas esők kialakulásához vezet, erről a folyamatról jövőre tanulunk bővebben.



A légkörben ezeken az anyagokon túl még ózont és vizet is találhatunk. A légköri vízzel egy külön fejezetben foglalkozunk. Az ózonnál pedig csak annyit jegyzünk meg, hogy az a magasabb légrétegekben a Napból érkező ultraibolya sugárzás hatására képződik és fontos szerepe van a káros ultraibolya sugarak kiszűrésében. Található ózon a talaj közelében is, elsődlegesen a gépkocsik hatására, ez az ózon, mivel nagyon agresszív molekula kifejezetten káros az életre.

4. Víz a levegőben

Ahogy láthattuk a légkör változó gázai között szerepel a vízgőz is. A víz párolgás során a víz a légkörbe juthat, majd onnan lecsapódhat. A pára azért marad a levegő részecskéi között, mert azok a mozgásukkal nem engedik lecsapódni. Világos, hogy minél gyorsabban mozognak a levegő részecskéi, annál több vízmolekulát képesek megtartani maguk között. Az alábbi táblázat megmutatja, hogy különféle hőmérsékleteken hány gramm vizet képes a levegő megtartani.

Léghőmérséklet (°C)	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Víztartalom (g/m ³)	0,4	0,7	1,1	1,6	2,4	3,4	4,8	6,8	9,4	12,8	17,3	23,1	30,4	39,6	51,2

A g/m³-ben kifejezett páratartalmat nevezzük a levegő **abszolút páratartalmának**. A légkör tulajdonságainak szempontjából azonban az is fontos információ, hogy mennyire van vízzel telítve a levegő, mennyi párát tud még felvenni. A páratartalmat megadhatjuk az adott hőmérsékleten maximális páratartalom százalékában is. Ezt nevezzük **relatív páratartalomnak**.

Relatív páratartalom = abszolút páratartalom / maximális páratartalom * 100

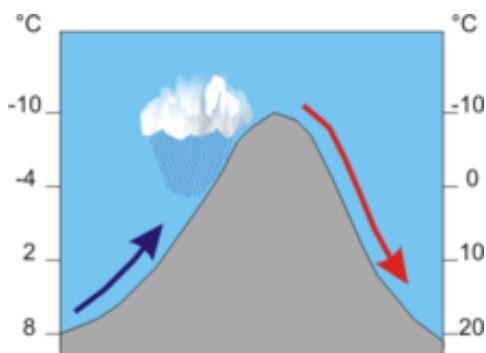
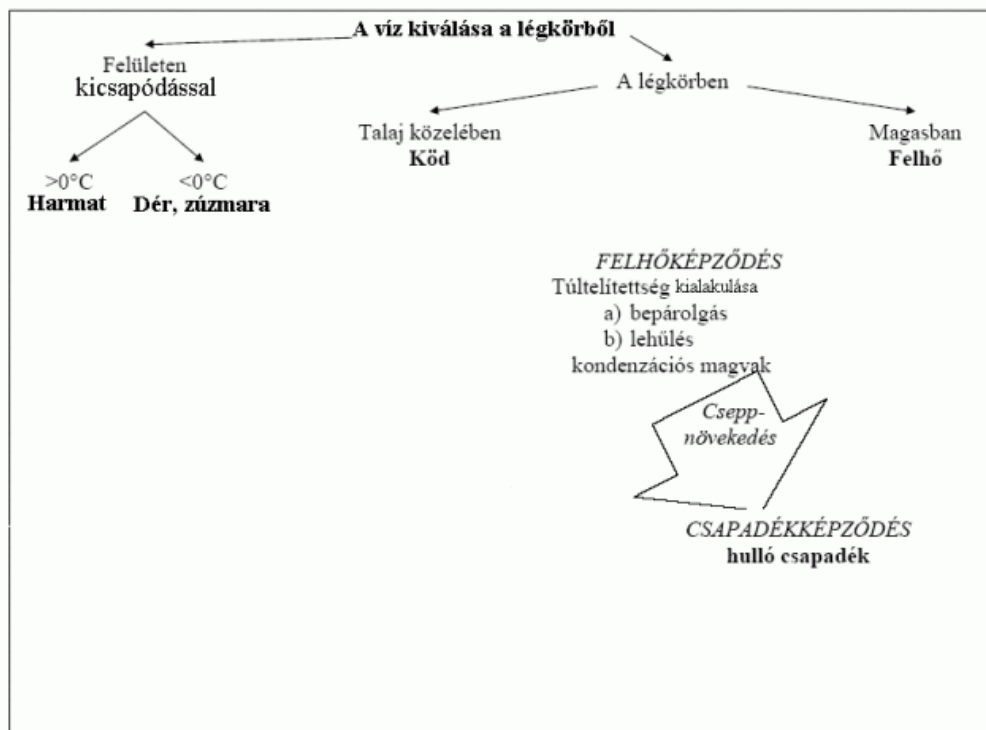
Ha a levegő relatív páratartalma 100% fölé emelkedik, akkor a benne levő pára kicsapódik, csapadék képződik. Egy adott légtömeg esetében azt a hőmérsékletet, amin a levegő kicsapódik belőle harmatpontnak nevezzük. Annak a 20 Celsius fokos levegőnek, aminek az abszolút páratartalma 4,8 g/m³ 0 Celsius fok a harmatpontja.

Általában a kicsapódás légneműből cseppfolyós halmazállapotba jutást jelent, de előfordulhat szilárdba való átmenet is. Ez szabad légtérben felhő,- vagy ködképződést jelent, ami egészen apró, szilárd szemcséken indulhat el, amiket kondenzációs magvaknak nevezünk. Így felhők képződnek, amiket földközelen ködnek nevezünk. Fel lehet fogni a felszíni tereptárgyakat is ilyen kondenzációs magvaknak, ám ekkor a kicsapódás hőmérséklete alapján kétféle nevet kaphat. A felszínen 0 Celsius felett, szélcsendes időben kicsapódó vízgőzt harmatnak, alatta dérnek nevezzük. Ha tartósan hideg térségre, 0 Celsius fok alatt melegebb légtömeg érkezik, az ágakon, tereptárgyakon zúzmara rakódik le.

Csapadék mindig lehüléssel keletkezik, mert csak így tud kiválni belőle a levegő vízgőztartalma. Ez általában emelkedéssel történhet. Ez két módon valósulhat meg: a felmelegedő, és így kitáguló, sűrűségéből veszítő levegő feláramlik vagy a légtömeg valamilyen domborzati akadályba, pl. hegybe ütközik. Ekkor, emelkedés

közben a levegő gyorsan veszít hőmérsékletéből a harmatpont eléréséig, ami után elkezdődik a felhőképződés, és a tovább emelkedő levegő már csak lassabban hűl, mert a kicsapódáskor felszabaduló hő lassítja a további lehűlést.

A felhőkben csak a hízó jégkristályokból eshet csapadék, mert csak rájuk tud egyre több víz ráfagyni, amitől egy idő után már le tudják győzni a feláramlást, és kihullanak a felhőből. Tehát minden esőcsepp jégkristálynak születik, csak később esetleg elolvad. Igen nagy felmelegedés és feláramlás akkora jégkristályokat eredményezhet, hogy aláhullva sem olvadnak el, hanem jégesőként hullanak alá. Ezért van jégeső az igazán forró nyári napokon. Általában nyáron az alacsonyabb szintekben apró vízcseppekből állnak a felhők, és csak a magasban, -10 Celsius fok alatt keletkeznek jégtűk. A heves feláramlás során kialakuló zivatarfelhőben a víz mindhárom halmazállapotában jelen van. Télen a vízgőzből átmenet nélkül hókristályok, majd hópelyhek képződnek.




A nagyobb hegyek túlsó, szélárnyékos oldalán tehát leszálló légáramlatok alakulnak ki, ami melegedéssel (itt is 100 méterenként 1 Celsius fokkal), így több vízgőz befogadásának képességével jár együtt, de tényleges vízgőztartalma nem nő, viszont száraz, lebukó szélként érkezik meg a túloldalon. Ezt az Alpokban gyakori szélfajtát, ottani neve alapján fön szélnek nevezzük.

Most nagy vonalakban szeretnénk néhány felhőtípussal megismertetni titeket úgy, hogy megpillantva azokat némi fogalmatok is legyen a légkör adott pillanatbeli viszonyairól. A felhők magasságuk szerint alacsony szintűek, középmagasak és magas szintűek lehetnek. Alakjuk szerint réteges és gomolyos felhőket különböztetünk meg.

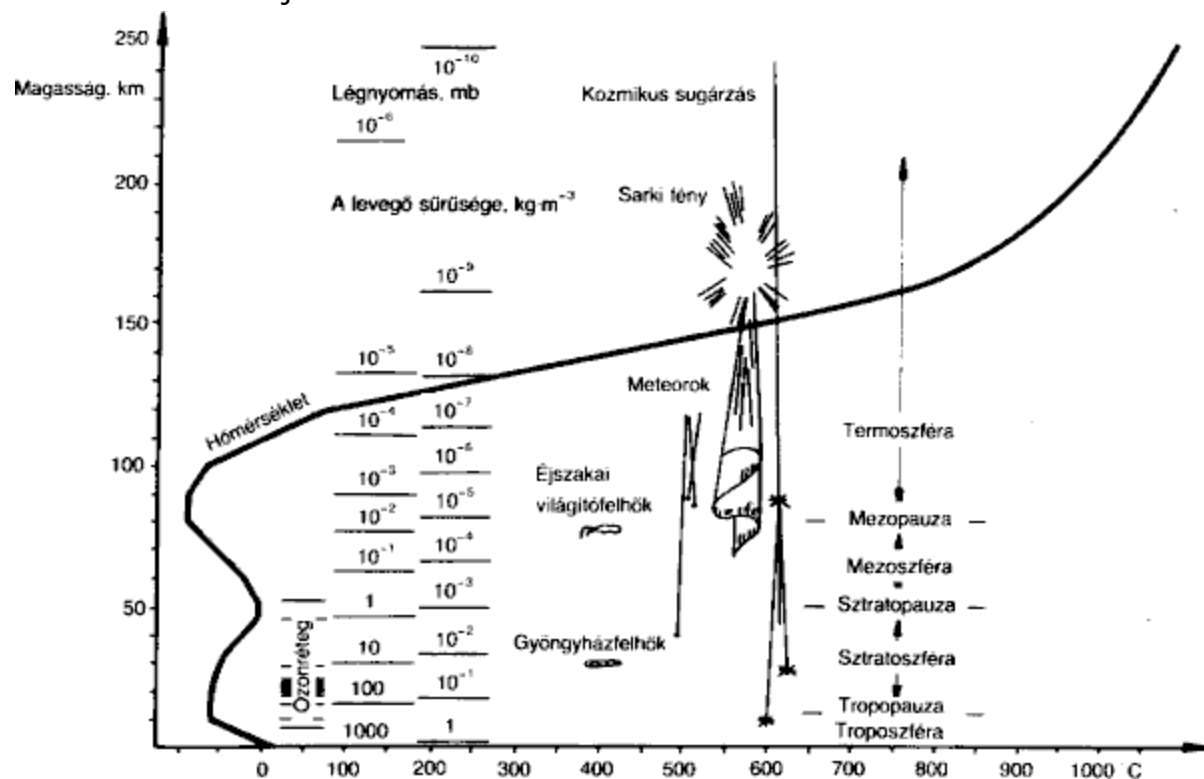
A következőkben a leggyakoribb felhőfajtákat mutatjuk be:

 A photograph showing thin, wispy cirrus clouds against a clear blue sky. The clouds are light and delicate, with some showing a slight sheen from the sun.	<p>Fátyolfelhő (cirrus): Fehér, rostos, fonalas szerkezetű, jégkristályokból álló felhő. A napsugarakat átengedi, 6000 méter fölött alakul ki, csapadék nem hull belőle.</p>
 A photograph of a large, white cumulus cloud with a dark shadow underneath, set against a blue sky. The foreground shows a grassy field and a road.	<p>Gomolyfelhő (cumulus): Nagy vastagságú, fodrosan felboltozódó, napsütésben fehér felhő, 2000 méter alatt képződik, nyáron gyakori, csapadékot nem ad, de zivatarfelhővé alakulhat.</p>
 A photograph of a large, dark cumulonimbus cloud with a white top, set against a blue sky. The foreground shows a grassy field and a road.	<p>Zivatarfelhő (cumulonimbus): A gomolyfelhőknél nagyobb és sötétebb, rendszerint heves záport, zivatart hozó felhő. Erőteljes, felfelé irányuló légmozgás hozza létre. Vízcseppekből, ill. felső részén jégkristályokból áll.</p>

	<p>Rétegfelhő (stratus): Ködre emlékeztető, világosszürke, egyenletes, alacsony felhőréteget alkot. Szemerklő, csendes esőt, havazást adhat.</p>
	<p>Réteges gomolyfelhő (stratocumulus): Gomoly-, vagy zivatarfelhő szétterülésével alakul ki. Szürkés színű, néha egészen sötét foltokkal. Vízcseppekből áll. Csak jelentéktelen mennyiségű csapadék hullik belőle. Gyakran jelentkezik már gyengülő front kísérő felhőzeteként. Általában nem alkot teljesen összefüggő felhőtakarót.</p>
	<p>Magas szintű rétegfelhő (cirrostratus): Fátyolfelhőnek is nevezik, mert a melegfront előjeleként összeálló és megvastagodó pelyhelyfelhőkből (cirrusokból) keletkezik, nagy magasságban. Gyakran kiadós esők kísérik.</p>

5. A légkör felépítése

A Föld légköre nem egységes szerkezetű, több rétegre, szférára osztható. Az alábbi ábra ezeket mutatja be:



A légkör legalsó rétege a **troposzféra**, ami a tengerszinttől mintegy 17 000 méteres magasságig tart. Itt található a légkör tömegének 75%-a, a légkörben levő víz 95%-a. itt zajlik le az időjárási jelenségek legnagyobb része. A troposzférában felfelé haladva folyamatosan csökken a hőmérséklet, kilométerenként átlag 6,5 fokkal. A troposzféra felső határa a **tropopauza**.

A troposzférát követő réteg a **sztratoszféra**, könnyen elkülöníthető az alatta levő rétegtől, itt ugyanis megfordul a hőmérséklet változása, felfelé haladva nőni kezd a hőmérséklet. A sztratoszféra tetején 50 km-es magasságban a hőmérséklet csak -3 fok. A melegedést az ózonréteg okozza, ez a különleges szerkezetű oxigén elnyeli a nap ultribolya sugarainak nagy részét és ezáltal hőt termel, ez melegíti a légkört itt. Természetesen minél közelebb van a sugárzás forrásához, annál jobban melegszik az ózon, így magasabban magasabb lesz a hőmérséklet is. A sztratoszférában repülnek az utasszállító repülőgépek, hiszen itt kisebb a légellenállás és a viharok is kevésbé zavarják őket. A sztratoszférát a **sztratopauza** zárja le.

A következő réteg a **mezoszféra**, ahol az emelkedéssel megint csökkenni kezd a hőmérséklet. A mezoszféra 80-100 km-es magasságig terjed, itt van a leghidegebb a Földön, -140 °C. A mezoszférában égnek el a Földre érkező meteorok (naponta 40

tonna) és itt lassítanak a Földre érkező űrhajók is. A mezoszférában találhatóak a legmagasabban elhelyezkedő felhők is, amiket *éjszakai világító felhőknek* neveznek, mivel csak alkonyatkor az alulról rájuk vetődő fényben válnak láthatóvá. A mezoszféra felső határa a **mezopauza**. 100 km magasságban húzódik a Kármán-vonal, amit az űrtechnika egyik úttörőjéről, Kármán Tivadarról neveztek el, hagyományosan ezt tekintik a Föld és az űr határának. Ez az a pont, ahol már olyan ritka a légkör, hogy a hagyományos repülőek nem tudnak fennmaradni, csak a rakétameghajtás működik.

A mezoszférát a **termoszféra** követi, ami 600-700 km magasságig terjed. Az ide zúduló sugárzás az itt található részecskéket ionizálja, ezek nagyon gyorsan mozognak, a hőmérséklet tehát magas (akár 2500 °C). A légkör viszont olyan ritka itt, hogy mégsem éreznénk meleget, hiszen a ritka légkörben nagyon nagy a folyamatos hőveszteség is, egy hagyományos hőmérő ezért csak fagypont körüli hőmérsékletet mutatna itt. A termoszféra jelensége a sarki fény, ami az ionizáló és mágneses sugárzás hatására jön létre, itt kering a Nemzetközi Űrállomás is. Mintegy 160 km magasságtól már olyan ritka a légkör, hogy a hang egyáltalán nem terjed.

Szokás még egy legkülső szféráról is beszélni, ami tulajdonképpen átmenet a világűr és a légkör között, ennek neve **exoszféra**. itt már olyan ritka a légkör, hogy a részecskék (hidrogén, szén-dioxid, hélium, atomos oxigén) tulajdonképpen ütközések nélkül mozognak. Az űr és az exoszféra között nem húzható éles határ.

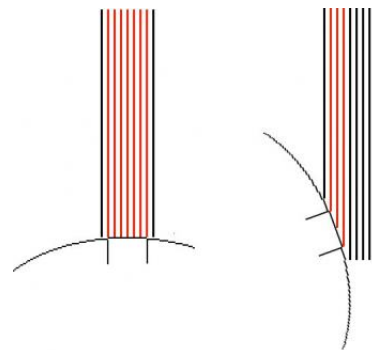
6. Időjárás – hőmérséklet és csapadék

Időjárásnak nevezzük egy adott helyen a földi légkör állapotát. A légkör állapotát jellemzi a hőmérséklet, a légnyomás és a páratartalom, a légkörben megjelenhet csapadék is, fontos lehet még a légtömegek mozgása, a szél is. Nézzük meg, milyen hatások alakítják ezeket.

A levegő hőmérséklete

Bár elsődlegesen azt gondolná az ember, hogy a levegőt a Nap melegíti fel, ez csak közvetve igaz. A Nap fénysugarai jobbra áthatolnak a levegőn, a talaj viszont elnyeli azokat. Az elnyelt fény hatására a talaj felmelegszik, hőt kezd sugározni és ez melegíti fel azután a levegőt. Ezért van az, hogy szélcsendben, napsütésben a talaj közelében a legmelegebb a levegő. A Nap melegítő hatása több tényezőtől is függ:

- fontos a nappalok hossza, nyáron sokkal hosszabban süt a nap, nagyobb a felmelegedés
- lényeges a napsugarak beesési szöge, minél nagyobb ez a szög (a maximuma 90 fok) annál több sugárzás jut egységnyi felületre, annál erőteljesebb a melegítő hatás
- a beesési szöget természetesen meghatározza domborzat is, egy hegy déli lejtője sokkal több napfényt kap, mint az északi
- nem mindegy, hogy a talajt vastag növénytakaró borítja-e vagy sem, a növények visszaverik és elnyelik a fénysugarak egy részét, így az nem tudja a talajt melegíteni
- természetesen az is számít, hogy milyen anyagból van a felszín, a vizek például lényegesen lassabban melegednek fel, mint a talaj, mivel nagyobb a **hőkapacitásuk**
- sokat számít az is, hogy milyen színű a talaj, a fénynek mekkora részét veri vissza, a hóval fedett területek a napsugárzásnak akár 90%-át is visszaverik, a fényvisszaverő képességet nevezik **albedonak**.



Ha mindezeket megértjük, az is egyértelmű lesz számunkra, hogy a nap során is változik a levegő hőmérséklete. A leghidegebb hajnalban, hiszen egész éjszakán át nem volt melegítő hatás, csak hűlt. A legmelegebb délután 3 óra körül, hiába délben a legnagyobb a napsugarak beesési szöge, amíg a talaj felmelegszik, majd a talaj felmelegíti a levegőt időt vesz igénybe, ezért az eltérés. A hőmérséklet egy napon belüli változását nevezzük **napi hőingásnak**. Az **átlaghőmérséklet** egy nap, hónap vagy év átlagos hőmérsékletét mutatja meg. Az **éves hőingás** pedig a havi átlaghőmérsékletek változását.

Csapadék



Az előző leckében már volt szó arról, hogy milyen sok formában jelentkezhet a csapadék. Jellemzően ott jön létre csapadék, ahol felszálló légáramlatok vannak, hiszen a felemelkedő levegő egyre jobban lehűl. Valamint ott, ahol valamilyen ok miatt hirtelen lehűl a levegő. A csapadék mennyiségét milliméterben mérik, ez azt mutatja meg, hogy a

lehulló csapadék milyen vastagon fedne egy vízszintes felületet. A csapadék lehet eső, hó, havas eső, jégeső vagy a túlhűlt, a felületre érve azonnal jéggé változó ónos eső. Az eső hevessége, a vele járó szél alapján lehet a csapadék szitálás, eső, zápor vagy zivatar. A felhők vízcseppjeinek és jégkristályainak súrlódása elektromos feszültséget kelt, amit villámokhoz vezethet. A villámok felhevítik a levegőt, amely hirtelen kitágul és összeütközik a környező légtömegekkel s ez nagy robajjal jár - ez a mennydörgés.

7. Időjárás - a levegő mozgása

A szél a levegő vízszintes áramlása. Elsődlegesen az eltérő légnyomások kiegyenlítődése okozza, tehát alapvetően a magas légnyomású területek felől az alacsony légnyomásúak felé fúj. A légnyomáskülönbségek kialakulásában elsődlegesen a hőmérsékletkülönbségek játszanak szerepet. A szelek kialakulását jól szemlélteti a parti-tavi szél esete:

- nappal a talaj gyorsabban melegszik, ezért fölötte melegebb a levegő, csökken a légnyomás, a levegő a hidegebb, magasabb légnyomású víz fölötti területről a part felé áramlik;
- éjszaka a szárazföld gyorsan kihűl, fölötte megnövekszik a levegő légnyomása, a víz feletti levegő melegebb, alacsonyabb légnyomású, ezért a levegő a parttól fúj a víz felé.

Hajnalban és alkonyatkor gyakran érezhető, ahogy megfordul a szél a tópartokon. Később látni fogjuk majd, hogy ez a hatás akár nagyon nagy léptékekben is előfordulhat, így alakul ki a mérsékelt övi monszun.

A szelek jellemzésénél az irány azt az égtájat jelenti, amerről a szél fúj. A déli szél tehát délről tart észak felé. A szél nagyságát kifejezheti a sebessége (m/s vagy km/h lehet a mértékegység), de vannak olyan skálák is, amik a hatásai alapján osztják be az erejét:

Beaufort-fokozat	A szél sebessége			A szél hatása	
	m/s	km/h	Megnevezés és	Vízen	Szárazföldön
0	0	0	Szélcsend	A víz tükörsima	A füst egyenesen száll fel
1	1	1-4	Gyenge szél	A vízen apró fodrok láthatók	A felszálló füst gyengén ingadozik, a szél alig érezhető
2	2-3	5-11			
3	4-5	12-21	Mérsékelt szél	Barázdált vízfelület, határozott hullámvonalakkal	A szél a fák leveleit, vékony hajtásait mozgatja
4	6-7	22-25		Hosszú, alacsony hullámok, fehér tarajjal	A szél a fák gallyait, kisebb ágait állandóan mozgatja
5	8-10	26-36	Élénk szél	A hosszú hullámok tarajai fehéren habosak, a hullámok közepes méretűek	A szél a fák erősebb ágait is folyamatosan mozgatja
6	11	37-42			
7	12-13	43-47	Erős szél	A tarajakon összefüggő fehér hab jelenik meg., a	A kisebb fák törzsei erősen hajladoznak, vékonyabb gallyak
	14-16	48-58			

				hullámok nagyok	letörnek
8	17-20	59-72	Viharos szél	Hosszú hullámhegyek, sűrű, fodros hullámokkal, a habok a szélirányhoz igazodva csíkokba rendeződnek	A szél a fákról ágakat tör le, a nagyobb fák törzsei is erősen hajladoznak
9	21-24	73-86	Vihar	Magas hullámhegyek, az egész vízfelület porzik, evezni széllel szemben már nem lehet	A vihar a gyengébb fákat kidönti, a vastagabb ágakat letöri, kisebb épületek megrongálódnak, a tetőcserepek lesodródnak
10	25-28	87-101	Erős vihar	A vízfelület fehéren porzik, hosszú átbukó tarajokkal, magas hullámokkal	A vihar gyökerestül forgatja ki a fákat, az épületekben jelentős károk keletkeznek
11	29-32	102-115	Orkán	Az egész vízfelület fehéren porzik, a szél letépi és elfújja a hullámtarajokat, a látótávolság gyakorlatilag megszűnik	A szél épületeket, tetőket rombol, súlyos pusztítást végez
12	33-36	116-130			
13	37-	131-			



Nagy erejű viharokban alakulhat ki a **tornádó**, azaz forgószél. A jelenség többnyire csak pár percig tart, de ez alatt a középpontjában a szél 500 km/h sebességű is lehet, a tornádók átlagos átmérője 400-500 méter és 6-8 km-en át érintkeznek a földfelszínnel.

A valaha mért legerősebb szél a földfelszínen 371 km/h sebességű volt, 1932- ben mérték New Hampshire-ben a Washington-hegyen.

Az eltérítő erő

A szelek kialakulására hat a **Coriolis-hatás** is, ami a Föld forgásából adódik. A légkör együtt forog a Földdel és (amiként az előző epochában erről volt szó) a szögsebessége mindenhol ugyanakkora, különbözik viszont a kerületi sebessége. Egy nap alatt az Egyenlítőnél levő levegő sokkal nagyobb utat tesz meg, mint a sarkoknál levő, a kerületi sebessége tehát nagyobb. Ha egy légtömeg az Egyenlítőtől távolodik, megőrzi ezt a sebességét, tehát az ott levő levegőnél gyorsabb lesz, mintegy előrefut. Az Egyenlítőtől távolodó szelek ezért kelet felé mozdulnak el. Ha egy szél az Egyenlítő felé mozog, akkor pedig lemarad, nyugat felé hajlik el. Ez a hatás idővel akár körkörös mozgást is létrehozhat, így



keletkeznek a ciklonok (középpontjukban alacsony légnyomás, a befelé nyomuló levegő körkörös mozgásba kezd) és az anticiklonok (középpontjukban magas légnyomás, a kifelé mozgó levegő mozog körbe-körbe). A trópusokon, ha a levegő tartósan 26 foknál melegebb a tenger felett, hatalmas trópusi ciklonok jöhetnek létre, ezek közepén erőteljes a felszálló légmozgás, a beáramló pörgő levegő óriási sebességeket is elérhet. A partot érve ezekből a ciklonokból lesz a hurrikán (Amerikában) és a tájfun (Ázsiában).

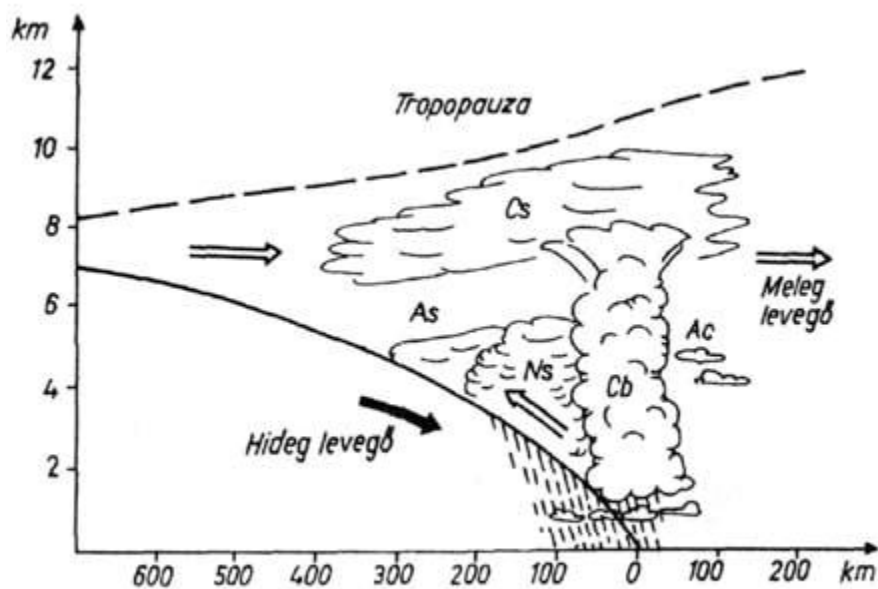


8. Időjárás – légtömegek és frontok

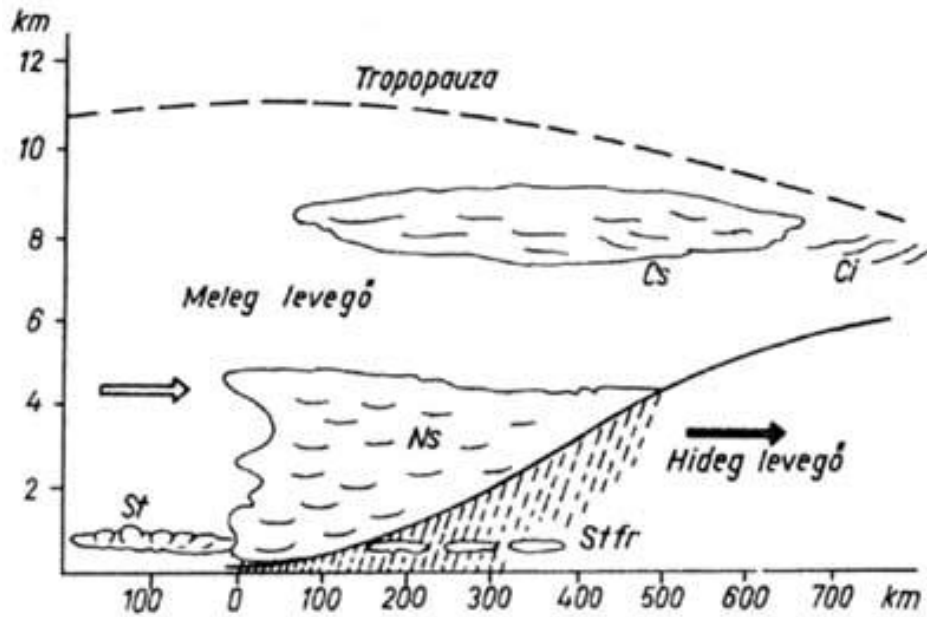
Talán nem meglepő, hogy a levegő különféle tulajdonságai nem azonosak az egész Földön. A fizikai szempontból egységes légtömegeket **légtömeg**nek nevezik. A légtömegeknek alapvetően négy típusa lehet: meleg és száraz, meleg és nedves, hideg és száraz, hideg és nedves. Nem szabad elfelejtenünk, hogy ezek a jelzők mindig csak a körötte levő légtömegekhez viszonyítva értelmezhetők. (Ami meleg légtömegnek számít a sarkkörön, az hideg lehet a trópusokon.) A különböző légtömegek találkozásánál jönnek létre a frontok. Attól függően, hogy melyik légtömeg az aktív - vagyis melyik tolja a másikat - alakulhat ki a **meleg** vagy a **hideg front**. Amikor a kétféle légtömeg egybeolvad, úgynevezett **okklúziós front** jön létre. Az is megtörténhet, hogy a kétféle légtömeg találkozásánál nincsen mozgás, ebben az esetben **veszteségi front**ról van szó.

A meleg és a hidegfrontok nagyon eltérően viselkednek. A hidegfront esetében a betörő hidegebb légtömeg megemeli a melegebb levegőt, ami felemelkedve lehűl és csapadék válik ki belőle. Jellemzően gyors a változás, ami heves zivatarokkal jár együtt. A hidegfront esetében az esőzés a hideg levegő betörését követi és csak egy szűkebb 70 km körüli sávban jelentkezik.

A melegfront esetében a meleg levegő rácsúszik a hideg levegőre, megemelkedik és ettől csapadékot képez. Ez a jelenség a hosszabb (akár napokig tartó) nyugodtabb esőzések okozója. Ebben az esetben az eső a frontvonal előtt jár, tehát a meleg megérkezése előtt esni kezd, az esőzés pedig egy vastagabb, akár 300 kilométeres sávban jelentkezik.



Az első típusú hidegfront függőleges metszete



A melegfront függőleges keresztmetszete

A frontok mozgása határozhatja meg tehát, hogy milyen az időjárás egy adott helyen. Természetesen az, hogy egy front betörése hoz-e csapadékot nem csak a légtömeg hőmérsékletétől hanem a nedvességtartalmától is függ. Jellemzően a tengerek felől érkező levegő nedvességben gazdagabb, a szárazföld belsejéből induló szegényebb. Az sem mindegy, hogy milyen úton érkezik az adott levegő, ha például egy magas hegységen kell átkelnie, az emelkedés közben lehűl és kiadja magából a csapadékot, leszállva száraz lesz, ezért van, hogy a hegységekkel körülvett elzárt medencék nagyon szárazak.

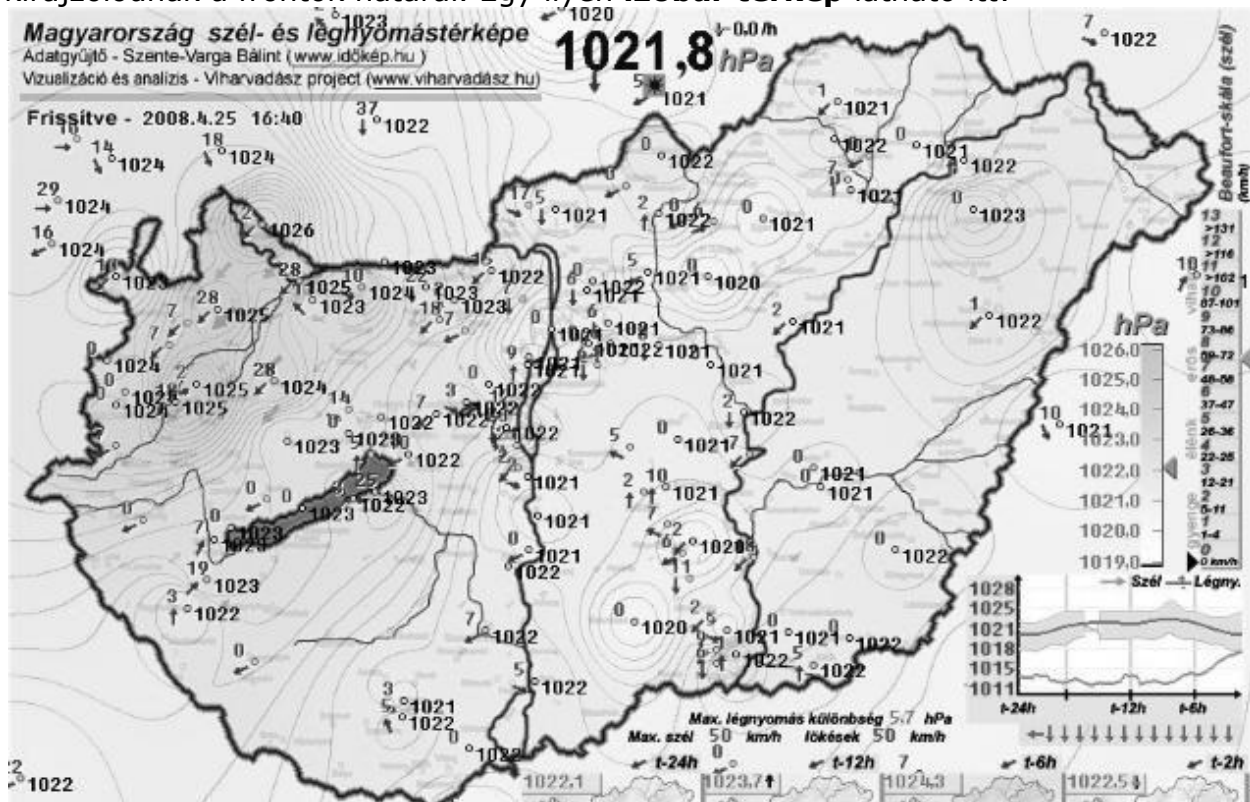
9. Meteorológia

A légkör nagyon összetett rendszer éppen ezért nehéz megjósolni a viselkedését. Még a mai legnagyobb számítógépekkel is csak két hétre előre tudunk biztosan mondani az időjárásról azt követően gyorsan csökken a jóslatok hatékonysága. Ahhoz, hogy tudjunk valamit mondani az időjárás lehetséges alakulásáról legalábbis három dologra van szükségünk:

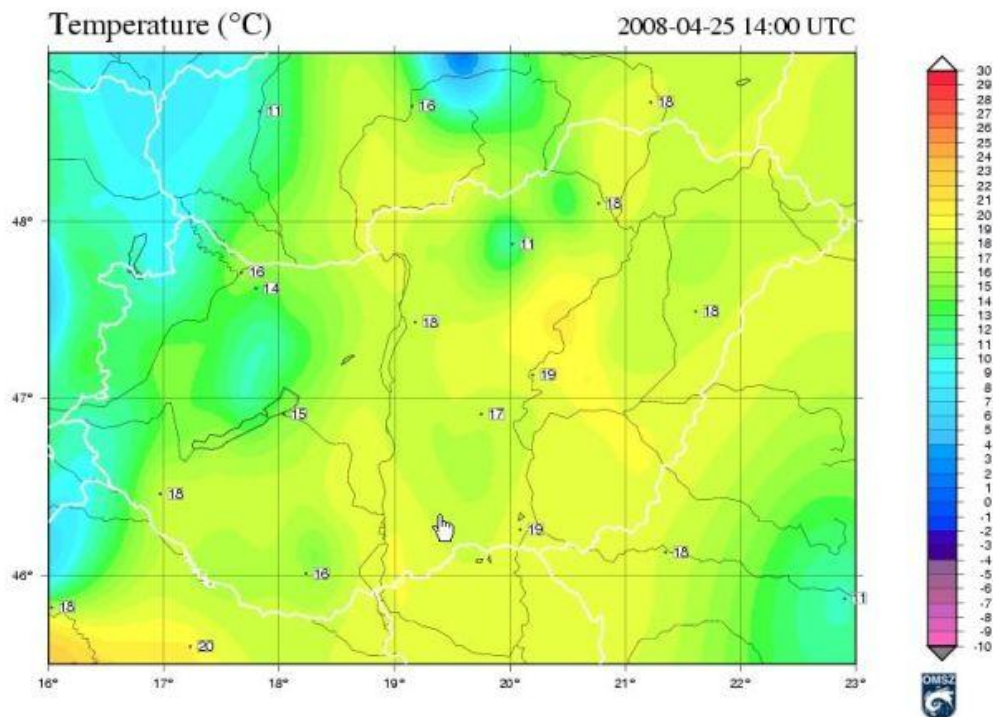
- ismernünk kell a légkör állapotát az adott területen, tudnunk kell a hőmérsékletét, a nyomását, a páratartalmát, mozgását
- ismernünk kell minél tágabb környezetben, minél több ponton a légkör hasonló értékeit, hogy feltérképezhessük a lehetséges változásokat, mozgásokat
- ismernünk kell, hogy nagy átlagban miként szokott viselkedni a légkör az adott helyen az év adott időszakában

Mindezekkel együttesen dolgozik az időjárás tudománya a **meteorológia**. Vannak olyan jelenségek, amikből egy adott pontos is következtethetünk a közeljövő eseményeire. Amint láthattuk a felszálló levegő többnyire csapadékot hoz, ha tehát azt tapasztaljuk, hogy a légnyomás csökken, esős időre számíthatunk. A légnyomás gyors és nagymértékű növekedése hidegfront jele lehet, ami zivatarokat hozhat magával, ezt a légnyomás változást érzik meg a rovarok és repülnek alacsonyabban, ami miatt a fecskék is alacsonyabban repülnek a zivatar előtt.

A meteorológiának fontos eszköze az időjárás térképek készítése. A légnyomás térképeken vonallal kötik össze az azonos légnyomású területeket, így jól kirajzolódnak a frontok határai. Egy ilyen **izobár térkép** látható itt:



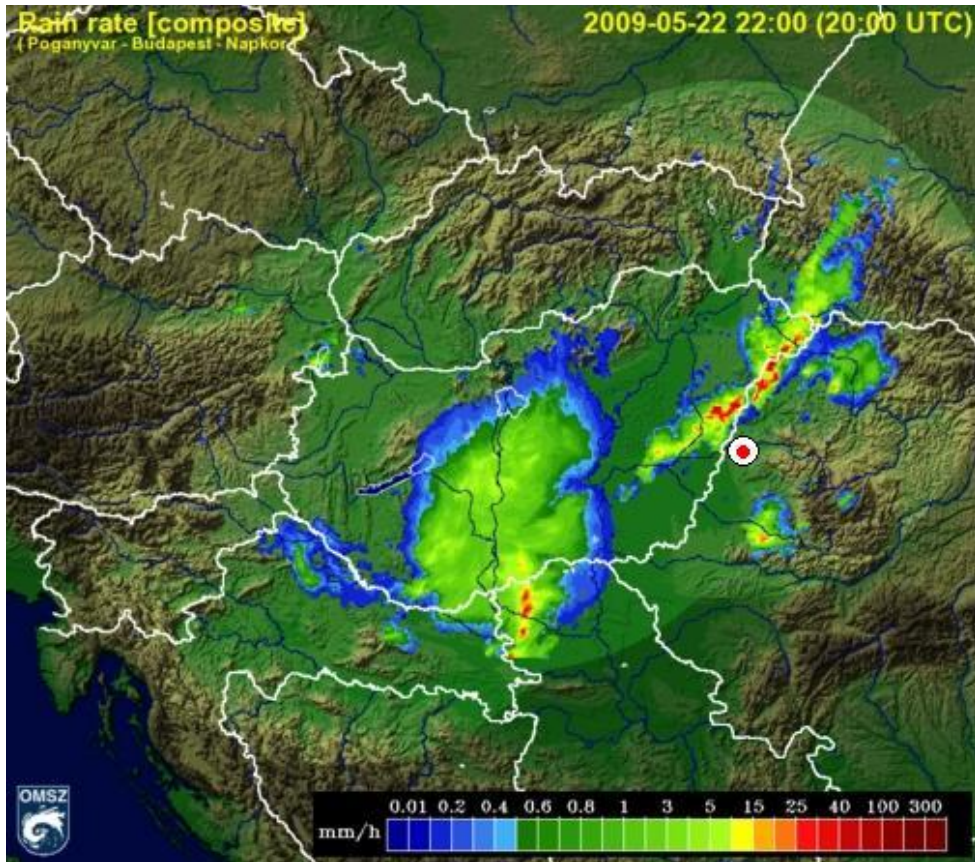
Hasonlóan fontos a **hőmérsékletet ábrázoló térkép**:



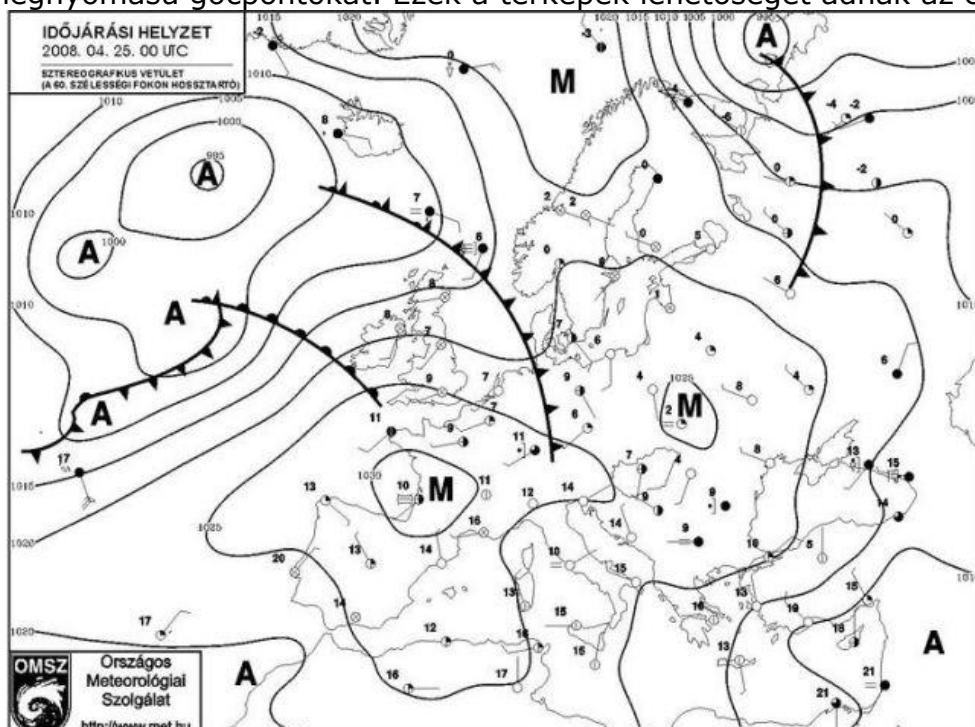
A **műholdas térképek** az infravörös tartományban vizsgálják a Földet és így pontosan megmutatják, hol mekkora a felhőtakaró:



A **radartérképek** azt mutatják meg, hogy hol mennyi csapadék esik éppen:



Mindezek alapján lehet elkészíteni a komplex időjárás térképeket. Ezeken jelölik a frontokat (a hideget háromszögek, a melet félkörök), az alacsony és magas légnyomású gócpontokat. Ezek a térképek lehetőséget adnak az előrejelzésekre:



10. A nagy földi légkörzés

A légáramlások nagy méretű összefüggő rendszerét a légkör általános cirkulációjának nevezzük. Ez a cirkuláció a troposzféra egészére, a sztratoszférára, sőt a mezoszférára is kiterjed. Legjobban természetesen a felszín közelében fújó szeleket ismerjük. A következőkben a troposzféra áramlásrendszerét tekintjük át, amelyet nagy földi légkörzésnek neveznek. Első lépésben egy olyan elméleti esetet vizsgálunk, hogyan mozognának a szelek, ha nem forogna a Föld.

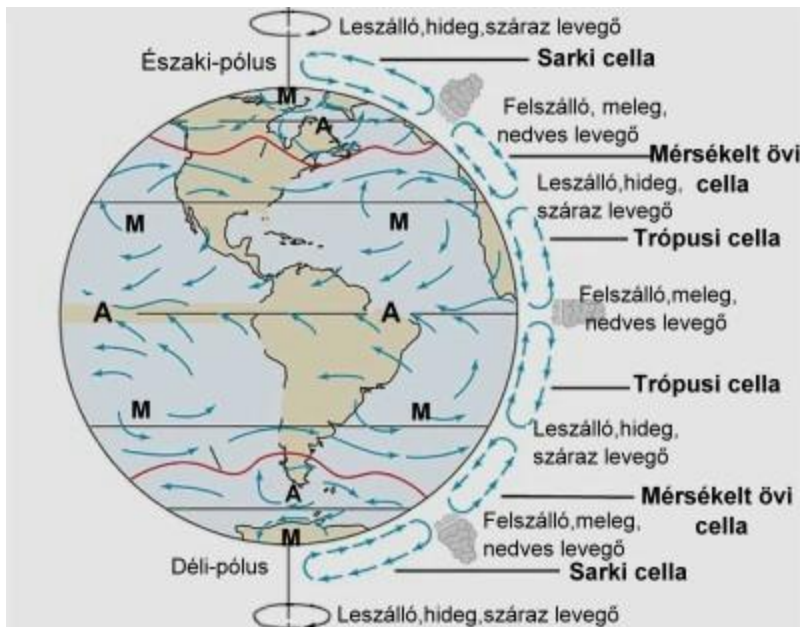
Ha a Föld nem forogna

A Föld gömb alakja miatt a legerősebb felmelegedések az Egyenlítő környékén, a leggyengébbek pedig a sarkvidékeken fordulnak elő. Ezért a sarkok körzetében állandóan magas, az Egyenlítő mentén állandóan alacsony légnyomású terület alakul ki.

Az Egyenlítőn felmelegedett levegő felemelkedik és fent magas nyomásúvá válik. Ennek az az oka, hogy a fenti légrétegekben uralkodó alacsony hőmérséklet miatt a felszálló levegő lehűl és összesűrűsödik. A sarkok felett a troposzféra felső rétegében alacsony a légnyomás, hiszen a nehéz, hideg levegő java a felszín közelébe száll le.

Ezért elméletben a földfelszín felett a sarkvidékektől az Egyenlítő felé, a magasban pedig fordítva kellene áramlania a levegőnek.

A valós helyzet



Az erős egyenlítői felmelegedés miatt a levegő felszáll és a magasban észak ill. dél felé mozog. A magasban a sarkok felé induló levegő a Föld alakja miatt egyre szűkebb térfogatú területekre érve összeszorul, így még nagyobb nyomásúvá válik. Egy idő után nehézsége miatt leereszkedik a földfelszínre és ott magas nyomású területet hoz létre.

E magasnyomású terület a térítők környékén található. Innét a szél az Egyenlítő alacsony nyomású területei felé áramlik. Ez a **passzátnak** nevezett szél többé-kevésbé állandóan fúj, ezért a hajósok már régóta kihasználják. A passzát keleties irányú szél, aminek az eltérítő erő az oka. (A magasban ezzel ellentétesen fújó szelet **antipasszátként** emlegetik.) Az Egyenlítő környékén felszálló légmozgást a

passzát **felszálló ágának**, a térítő környékén leszálló légmozgást pedig a passzát **leszálló ágának** nevezzük.

A felszálló ág környezetében bőséges csapadék hull, hiszen a felemelkedő levegő lehűl és felhők képződnek. Ez az oka annak, hogy az Egyenlítő vidékét buja trópusi esőerdők szegélyezik. A leszálló ág mentén jöttek létre a Föld legnagyobb sivatagai, a felszínhez közeledő levegő ugyanis felmelegszik és magába szívja a nedvességet.

A sarkvidékek felől az Egyenlítő felé induló levegő egyre alacsonyabb földrajzi szélességű területek fölé érkezik, így egyre nagyobb térfogat áll rendelkezésére. Közben hőmérséklete is emelkedik, hiszen egyre alacsonyabb szélességek fölé nyomul. Mindezek következtében kitágul, sűrűsége csökken, könnyebb lesz. Ebből következően a sarkkörök környékén felemelkedik. A felemelkedés helyén egy alacsony nyomású terület jön létre. A felemelkedett levegő a magasban magas légnyomású területet alakít ki, ahonnan a levegő a sarkvidékek feletti alacsony légnyomású terület felé áramlik.

Ezzel a folyamatokkal két zárt áramlási cella, az egyenlítői és a sarki cella alakul ki.

A sarki cella sarkoktól a sarkkörökig fújó szele a **sarki szél**, amely az eltérítő erő miatt a passzáthoz hasonlóan keleties irányú.

A két zárt cella között jön létre a harmadik keringési rendszer, melynek főbb mozzanatai a következők:

A térítő környékén leszálló levegő nem csak az Egyenlítő, hanem a sarkkörök felé is áramlik, hiszen ott is alacsony légnyomású területek vannak. Ez is elősegíti a **nyugatias szelek** övezetének kialakulását, bár ez csak az egyik ok. (A nyugatias szelek kialakulása nagyon összetett folyamat és minden vonatkozásában még ma sem tisztázott.) A nyugatias irány megint csak az eltérítő erőnek köszönhető. A nyugatias szelek és a sarki szelek összeáramlásának zónájában (a sarkköri szélességek környékén) gyakori a ciklonképződés, amely a magasabb szélességek felől érkező hideg és az alacsonyabb szélességek felől érkező meleg légtömegek hőcserélődésében játszik fontos szerepet.

A troposzféra legfelső rétegeiben megvalósul az ideális állapot, azaz a szél az Egyenlítő felől a sarkok felé áramlik, létrehozva a futóáramlásnak nevezett nyugatias irányú szeleket. A nyugatias irány itt is az eltérítő erő miatt lép fel.

A monszunok

Monszunszélnek nevezzük az olyan szeleket, amelyek kialakulásánál a tenger és szárazföld eltérő felmelegedése a döntő, a szélirány évszakos váltakozása pedig 180 fok közelében van. A trópusi monszunok tárgyalása előtt meg kell ismerkednünk a hőmérsékleti egyenlítő fogalmával. A hőmérsékleti egyenlítő a földfelszín legmelegebb pontjait összekötő vonal. Szabálytalan futását annak köszönheti, hogy a kontinensek belsejébe jobban benyomul, mert azok erősebben melegszenek fel.

A legalacsonyabb légnyomásértékek természetesen a hőmérsékleti egyenlítő felett alakulnak ki. Ezért a levegő is ide áramlik. Ebből következik, hogy az északi félteke nyarán a déli félgömből érkező keleties passzátszelek nem állnak meg a földrajzi Egyenlítőnél, hanem az eltérítő erő megváltozása miatt nyugatias irányú szelekké módosulva a hőmérsékleti egyenlítő felé tartanak. Így lesz déli féltekéről induló, délkeleti passzátszélből délnyugati monszunszél.

Ezek a szelek – amennyiben óceánok felett haladnak át – vízgőzben gazdag légtömegeket szállítanak. Ezért például Indiában – ahol a délnyugati monszun az Arab-tenger és a Bengáli-öböl felett halad – a nyár csapadékos.

Ezek után vizsgáljuk meg, mi a helyzet az északi félgömb telén. Ilyenkor a hőmérsékleti egyenlítő a déli félgömbre tolódik. Ezért az északi félgömbön az északkeleti passzát veszi vissza az uralmat.

India esetében ez a szél száraz, kontinentális területek felől érkezik, ezért vízgőzben szegény. Csapadékot nem hoz, így Indiában télen szárazság van.

Általában leszögezhetjük, hogy a trópusi monszun nyáron csapadékos, télen száraz időjárást okoz.

A szubtrópusi (mérsékelt övi) monszun a parti-tavi szél működésén alapszik, csak nem napi, hanem éves viszonylatban.

Nyáron a szárazfölkék jobban felmelegsznek, mint a tengervíz, ezért felettük alacsonyabb lesz a légnyomás, mint a tengerek felett. A tengerek feletti magas légnyomású területekről ezért a szárazfölkék felé áramlik a levegő. Ez a levegő vízgőzben gazdag, hiszen víz felett haladt át, illetve víz fölül érkezett. A szárazfölkék ezért nyáron csapadékosak.

Télen a helyzet fordított. A tenger ekkor adja ki az év folyamán elnyelt hőt, ezért felette magasabb a hőmérséklet, így alacsonyabb a légnyomás. A szélirány megfordul. Mivel a szelek ekkor a kontinens belseje felől fújnak, csapadékot nem hoznak. A tél tehát száraz lesz.

11. Éghajlatok

Eddig azzal foglalkoztunk, hogyan változik a légkör rövid távon, ezt neveztük **időjárás**nak. A légkör tulajdonságainak hosszabb távú változásait, tulajdonságait, ismétlődését nevezzük **éghajlat**nak. Noha úgy tűnhet, hogy nem sok hasonlóság van közöttük, hogy két egymást követő télen milyen az időjárás, sok év átlagából leszűrhetők általános tapasztalatok. Fontos tehát megállapítanunk, hogy az éghajlat esetében csak a sok (általában legalább 100) év megfigyeléseinek átlaga a mérvadó, az egyes évek időjárása akár nagyon eltérő is lehet az átlagtól. Nézzük milyen mutatók alapján jellemezhetjük az éghajlatot:

- **Évi középhőmérséklet** - a 12 hónapos havi középhőmérsékleteinek átlaga (Celsius fok)
- **Éves csapadékmennyiség** - az év során lehullott csapadék össz mennyisége (mm)
- **Fagyos napok száma** - hány napon át volt a napi hőmérséklet 0 fok alatti
- **Napsütéses órák száma** - hány órán át sütött a nap az év során
- **Derült napok száma** - azon napok száma az év során, amikor a nap legalább a nappal 80%-ában látható
- **Hőmérsékleti maximum és minimum** - a legmelegebb és leghidegebb hőmérséklet az év során

Ezek alapján hazánk éghajlatát így jellemezhetjük:

Évi középhőmérséklet - +8–12 °C

Éves csapadékmennyiség - 500–800 mm

Legmelegebb hónap – július

Leghidegebb hónap – január

Napsütéses órák száma - 1700–2100 óra

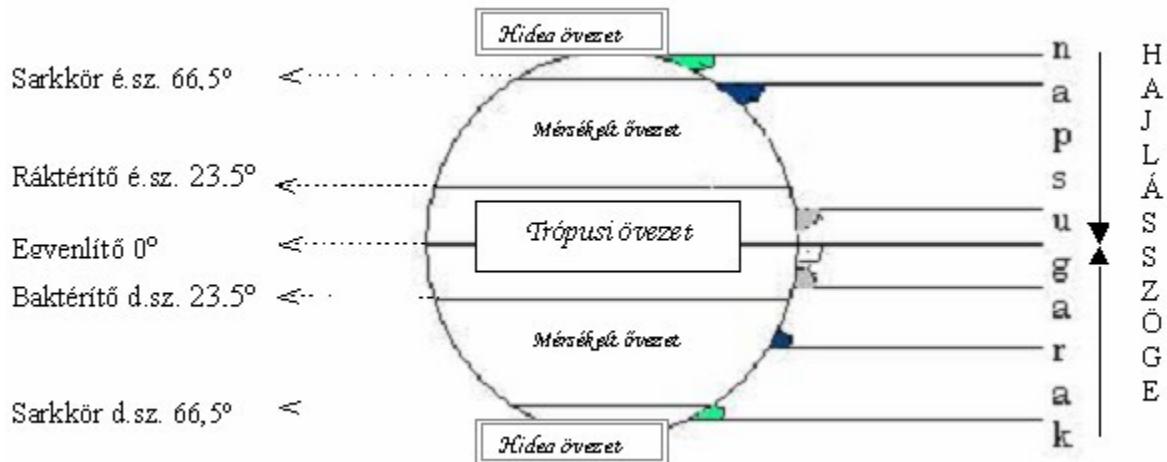
Az éghajlatot alakító tényezők

Napsugárzás

Az éghajlat elsődleges és legfontosabb alakítója az adott területen az egységnyi felületre érkező napsugárzás mértéke. Ez elsősorban attól függ, hogy az adott terület milyen szélességi körön található. Éves átlagban ugyanis a Föld minden pontján ugyanannyi ideig süt a Nap (éves átlagban naponta 12 órát), nagyban különbözik viszont a napsugarak érkezésének szöge. Minél kisebb a szög, annál kevesebb napfény jut egységnyi területre, annál kisebb lesz a felmelegedés. Hiába süt tehát a nap 24 órán át a sarkvidéki nyáron, ha a napsugarak beesési szöge olyan kicsi.

A legnagyobb felmelegedés tehát ott van a Földön, ahol a legnagyobb (90 fokos) szögben delel a Nap. Természetesen a felmelegedés attól is függ, hogy tengert vagy szárazföldet ér-e a nap. Ahogy a 90 fokos delelés vándorol az év során, úgy követi a legnagyobb felmelegedés is. A Földön a legmelegebb pontokat összekötve kapjuk az úgynevezett hőmérsékleti egyenlítőt. A hőmérsékleti egyenlítő az év során vándorol, márciustól szeptemberig az északi, szeptembertől márciusig a déli féltekén található. A napsugárzás alapján osztjuk be a Földet úgy nevezett szoláris **éghajlati övek**re. A két térítő között található a **forró (trópusi) öv**, a térítők és a

sarkkörök között a két **mérsékelt öv**, míg a sarkköröktől a sarkokig található a két **hideg öv**.



A valóságban az éghajlati övezetek határai nem pontosan követik a térítő- és a sarkköröket. A passzát szélrendszer és a meleg tengeráramlások a forró övezet melegét a térítőkörökön túlra szállítják, így azok az északi és déli szélesség 30. fokáig döntő szerepet játszanak az éghajlat kialakításában. A helyi sajátosságok (tengerek, szárazföldek, hegyvidékek, hideg és meleg áramlatok, állandó szelek) miatt a forró övezet határa a 30. szélességi körtől is számos helyen eltér.

A tengeráramlások, magashegységek, a ciklonok és anticiklonok a hideg övezet határát is módosítják. Észak-Európában az Észak-atlanti-áramlás miatt csupán a 70. szélességi körön túl kezdődik, Északkelet-Amerikában és Északkelet-Ázsiában a hideg áramlások következtében a 60. szélességi kör alá terjeszkedik. A hegységekben a magasság növekedése az Egyenlítőtől történő távolodáshoz hasonló éghajlatváltozásokat okoz, és a függőleges övezetesség kialakulását eredményezi.

A napsugárzás természetesen nem csak a hőmérsékletre, hanem a csapadéokra is hatással van. Ahol ugyanis nagy a felmelegedés, jellemzően felszálló légáramlatok vannak jelen, ami csapadékot eredményez (hiszen a felszálló levegő lehűl, relatív páratartalma növekszik. Ahol magas légnyomás van, ott a leszálló légáramlatok a jellemzőek, ezekben a levegő relatív páratartalma csökken (hiszen a leszállás közben felmelegednek), csapadékot ritkán hoznak.

Szelek

Az uralkodó szeleknek nagy szerepe lehet az éghajlat kialakításában. A szelek hozhatnak felmelegedést vagy lehűlést, csapadékot vagy szárazságot. Korábban már említettük a monszon szeleket, amiknek alapvető szerepe van az éghajlat kialakításában.

Óceánok

Ahhoz, hogy egy területen csapadék legyen, nem elég, ha sok a felszálló légáramlat, valahogy a párának a levegőbe kell kerülnie. Ebben van nagy szerepe az óceánoknak és a tengereknek. Az óceánok közelsége (és az uralkodó szélirány) fontos szerepet játszanak abban, hogy milyen egy terület csapadék mennyisége,

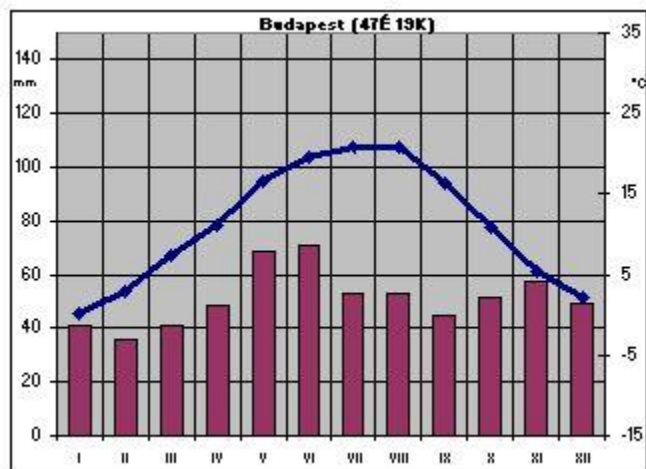
minél messzebb az óceán, annál kevesebb a csapadék. A nagy víztömegeknek a hőmérsékletre kiegyenlítő hatása is van. Nyáron az óceán lassabban melegszik fel ezért hűti a környező vidékeket, télen viszont lassabban veszít a hőmérsékletéből, ezért melegít. Az éghajlat kialakításában jelentős még a tengeráramlások szerepe is. A meleg áramlás enyhíti és csapadékosítja a környező szárazföldek éghajlatát, míg a hideg áramlás hatása ezzel pontosan ellenkező. Madrid és New York ugyanazon a szélességen fekszik éghajlatuk mégis nagyon különbözik, ennek oka a meleg Észak-atlanti áramlás.

Felszín

Természetesen az éghajlatra a felszínnek is hatása. A magasabb területek éghajlata hidegebb és csapadékosabb, a hegyek által körbezárt medencék pedig nagyon szárazak. Alapvető különbség van Amerika és Európa éghajlatában is a hegységek elhelyezkedése miatt is. Míg Európában a kelet–nyugati irányú hegységek (Alpok, Kárpátok) megállítják a sarkvidékről érkező légáramlatokat, addig Amerikában az észak–déli irányultságú hegységek (Sziklás-hegység) mellett könnyedén söpör le a jeges levegő. Emiatt is fordulhat elő, hogy a telente akár Texasban is -10 fokig süllyed a hőmérséklet.

Az éghajlat ábrázolása

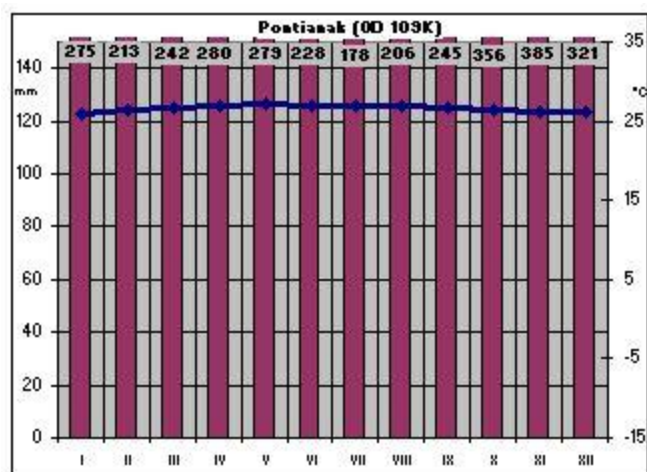
Az éghajlatok ábrázolására a klímadiagramokat használjuk. Ezeken a havi átlag hőmérsékletet (vonal) és a havi csapadékmennyiséget (oszlopok) tüntetik fel.



12. A forró öv éghajlatai és élővilága

A szoláris éghajlati övek következtében nem csak az éghajlatok találhatók meg övezetekben a Földön, hanem a növény- és állatvilág is, hiszen minden éghajlatnak megvannak a jellemző élőlényei. Ezt az összefüggést Dél-Amerikában utazva vette észre Alexander Humboldt. Létezhetnek olyan területek, ahol a helyi körülmények az övezetesség alapján várttól eltérő éghajlatot és növényzetet alakítanak ki, ilyenek például a magashegységek vagy az elzárt medencék.

Tekintsük át az egyes éghajlati övek jellemző éghajlatait, kezdjük a trópusi övvel.



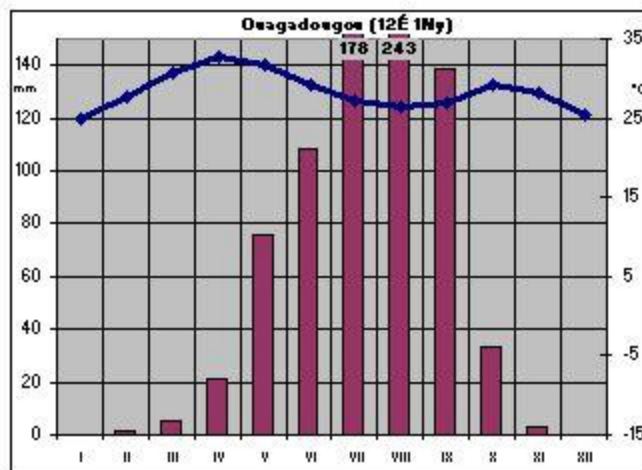
Az egyenlítői öv

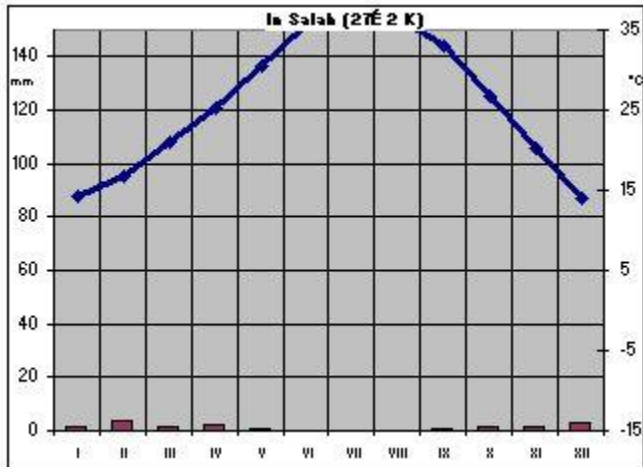
Az Egyenlítő mentén állandó az erőteljes felmelegedés, kicsi az éves hőingás és gyakori (mindennapos) a csapadék. Ezeken a területeken **esőerdők** alakulnak ki. Az esőerdőkre jellemző a nagy fajgazdagság, a több szintű lombkorona és a nagyon vékony talajréteg, az érkező napenergia hatására az anyag körforgása nagyon gyors az esőerdőkben, ezért nem halmozódnak fel anyagok a talajban.

Átmeneti (szavanna öv)

A szavanna övben is állandóan meleg a hőmérséklet, de a száraz és a nedves évszak váltogatja egymást. Amikor a hőmérsékleti egyenlítő ezen a területen jár, a felszálló légáramlatok és ezzel együtt a sok csapadék a jellemző, amikor a hőmérsékleti egyenlítő a másik féltekén van, akkor ezen a területen leszálló légáramlatok és ezzel szárazság a jellemző.

Az átmeneti öv növényzete nagyban függ attól, milyen messze van az Egyenlítőtől, ahhoz közel erdős szavanna található meg, kicsit távolabb ligetes, majd a legtávolabb a füves **szavanna**. Azok a hatalmas vadcsordák, amiket a filmekben láthatunk Afrikában, a szavanna lakói.



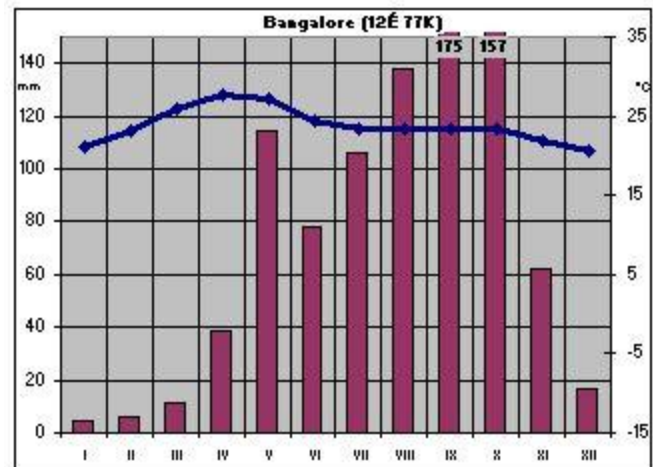


Térítői (trópusi sivatagi) öv

A térítők körül egész évben leszálló légáramlatok vannak, ezek nem hoznak csapadékot. mivel növényzet sincsen, ezért éjszaka nagy a lehűlés, a napi hőingás ezért nagyon magas. Az itt élő növények és állatok különféle módokon alkalmazkodnak az extrém körülményekhez, többnyire éjszaka aktívak.

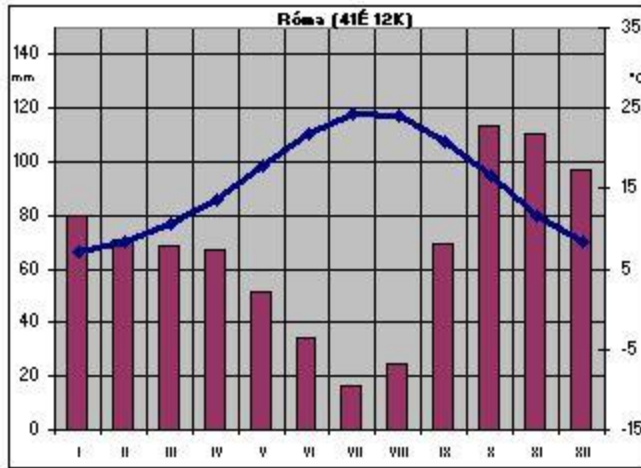
Trópusi monszun

Sokat beszéltünk már a trópusi monszun éghajlatról, tudjuk jól, hogy nyáron a monszunszél nagy esőket hoz, télen viszont szárazság uralkodik. A Föld legcsapadékosabb helyei is Cherrapunji Indiában egy évben 26 467 mm esőt kapott, míg Réunion szigetén egy nap alatt esett le 1854 mm (hasonlítsuk ezt össze hazánk éves csapadékmennyiségével!). A trópusi monszun jellegzetes növényzete a **dzsungel** (más néven monszun erdő), ami sűrű, dús, de lombhullató erdőt jelent. Ilyen területen játszódik Kipling regénye (A dzsungel könyve) is.



13. A mérsékelt öv éghajlata és élővilága

A mérsékelt öv sokféle éghajlattal rendelkezik, ezek kialakításában nagyon fontos szerepet játszik a tengertől való távolság. A mérsékelt övi éghajlatokra jellemző a négy jól elkülönülő évszak.



Szubtrópusi (mediterrán) éghajlat

A mérsékelt öv trópusokhoz legközelebbi részén találjuk ezt az éghajlatot, aminek jellemzője a forró nyár és az enyhe tél. Minthogy nyáron a hőmérsékleti egyenlítővel együtt a leszálló légáramlatok is távolabb tolódnak az Egyenlítőtől elérve a mérsékelt övet, emiatt azután itt nyáron nagyon kevés a csapadék, hiszen a leszálló áramlatok dominálnak. Ezzel szemben télen a felszálló légáramlatok kerülnek

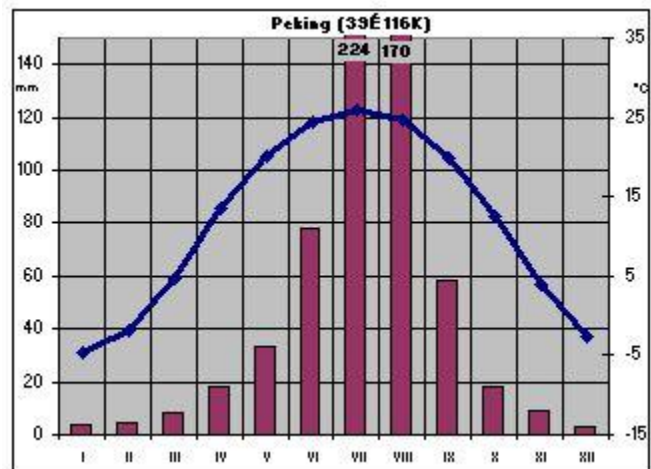
előtérbe, ami bőséges csapadékot eredményez.

A szubtrópusi éghajlat jellemző növényzete a **keménylombú (babérlevelű) erdő**. Ezeknek a növényeknek ki kell bírniuk a száraz, forró nyarakat, ezért gyakran viaszréteg védi a leveleiket.

Mérsékelt övi monszun

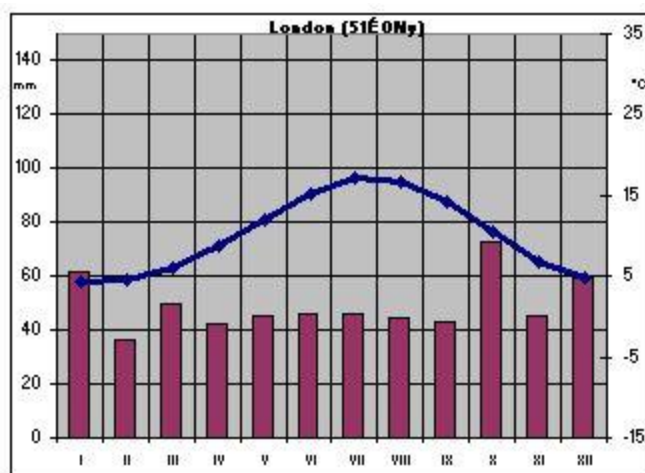
Korábban már említettük, hogy ott ahol nagy tömegű szárazföld és óceán találkozik, kialakulhat egyfajta monszun. Kialakulásának oka a szárazföld és az óceán eltérő hőkapacitása. Nyáron, amikor a föld melegszik fel gyorsabban, a szelek az óceán felől fújnak a szárazföld felé, sok csapadékot hozva. Télen megfordul a szélirány, a szárazföld mélyéről csapadéokban szegény levegő érkezik. Különleges helyzetben a mindkét oldalról tenger által határolt Japán, itt a nyugati és a keleti szél is esőt hoz.

A mérsékelt övi monszun jellemző növényzete a **bambuszerdő**, itt laknak a pandák is.



Óceáni éghajlat

Az óceáni éghajlatot az egyenlítőnél távolabb, az óceánok közelében találjuk. A hőmérséklet alakulásában erősen érvényesül a víztömeg kiegyenlítő hatása, télen a lassabban hűlő víztömeg melegíti, nyáron a hidegebb óceán hűti a környező



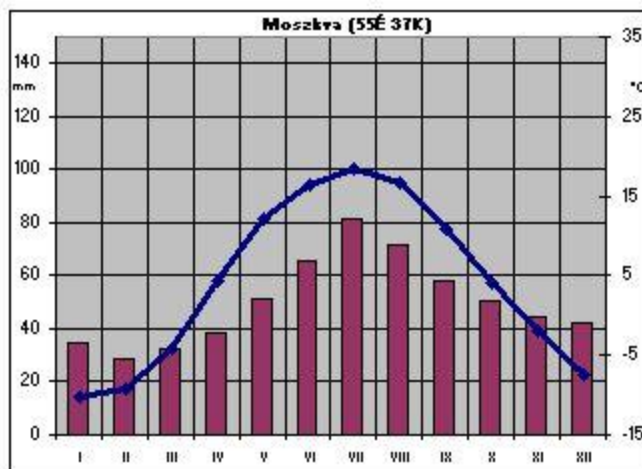
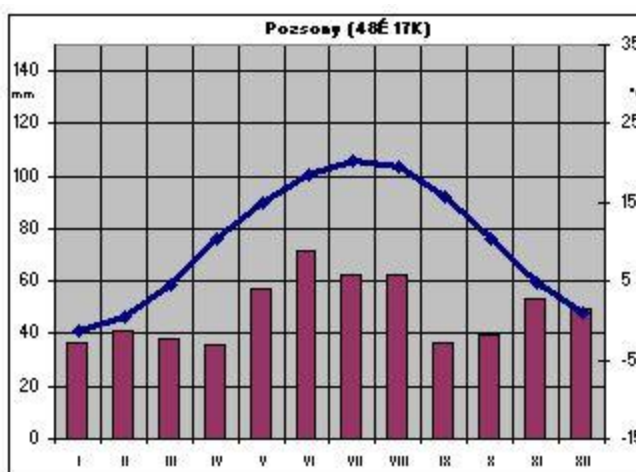
területeket. Az óceán közelsége mindezek mellett folyamatos csapadékellátást is biztosít.

Az óceáni éghajlat jellemző növényzete a **lombhullató erdő**. Észak-Amerika nyugati partjain meleg áramlások hatására akár mindennapos jelentős esők is kialakulhatnak, ilyen helyeken jönnek létre a mérsékelt övi esőerdők.

Nedves kontinentális éghajlat

Ezen az éghajlaton már valamivel szélsőségesebb a nyár melegebb, a tél hidegebb. Jellemzően télen hó esik, a hótakaró nagysága az óceánoktól távolodva csökken, a csapadék zöme jellemzően tavasz végén, nyár elején esik.

Ennek az éghajlatnak is a **lombhullató erdő** a jellemző növényzete.



Száraz kontinentális éghajlat

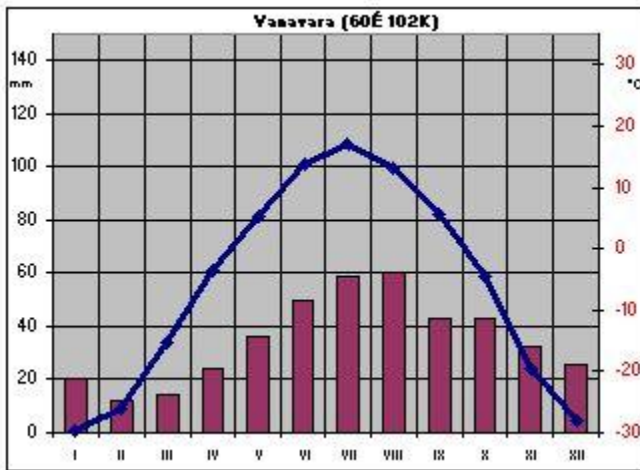
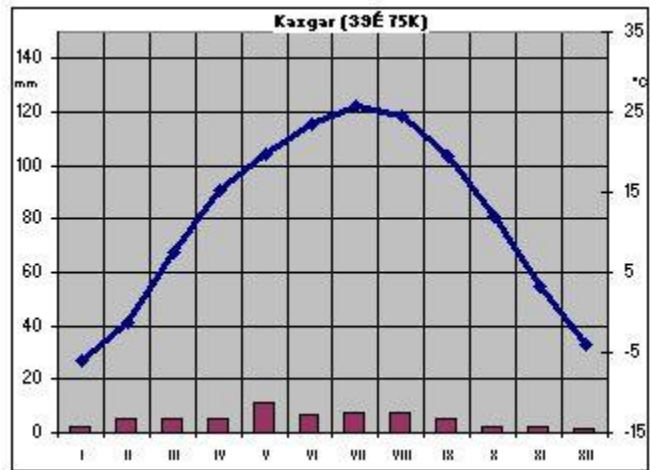
Az óceántól való távolság miatt lényegesen nagyobb az éves hőingás és kevesebb a csapadék. Hazánk a nedves és száraz kontinentális éghajlat határán fekszik.

A száraz kontinentális területek jellemző növénytakarója a füves puszta, aminek különféle kontinenseken más és más neve van: **puszta, sztyeppe, préri, pampa**. Miként a szavannára, erre a vidékre is a nagy csordákban élő patások (bölény) és a rágcsálók a jellemzők.

Szélsőségesen száraz kontinentális éghajlat

Nagyon távol az óceánoktól már alig jut el nedvesség és a víz sem csillapítja a felmelegedést és a lehűlést. Mindezek miatt tél nagyon hideg, a nyár nagyon meleg, az éves hőingás nagyon nagy.

Az ilyen éghajlatok élővilága a mérsékelt övi félsivatag vagy sivatag. Erről a vidékről származik a kétpupú teve, a dromedár.



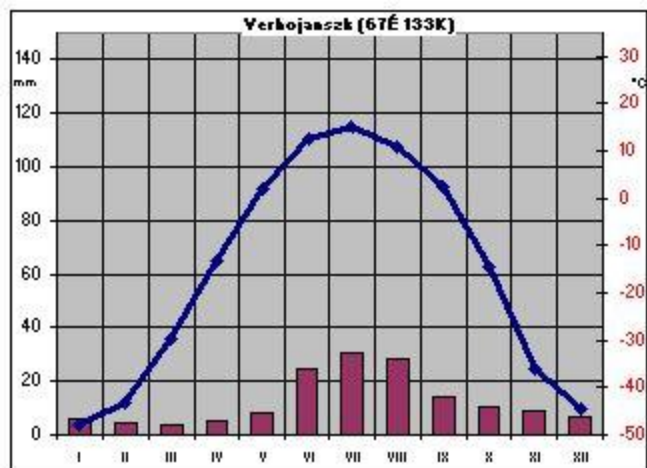
Hideg mérsékelt (tajga) éghajlat

A hideg mérsékelt övi éghajlatot jobbra csak az északi féltekén találunk a kontinensek elhelyezkedése miatt. Jellemzője a hosszú (7-8 hónapos) tél és a rövid, de viszonylag meleg nyár. Ezen a területen a legnagyobb az éves hőingás a Földön. A csapadék viszonylag kevés, csúcsa nyár elején van. A hóolvadás miatta folyók vízjárása erősen változó. A jellemző növényzet itt a tűlevelűek alkotta **tajga**. A tajga ragadozója a szibériai tigris és a grizzlymedve is.

14. A hideg égöv éghajlatai és az övezeten kívüli éghajlatok

A hideg övben csak két éghajlatot különítünk el egymástól, ezekre is jellemző, hogy valóban nagyon hidegek, de élőlényeket azért itt is találunk sokat.

A sarkkörü (tundra) éghajlat

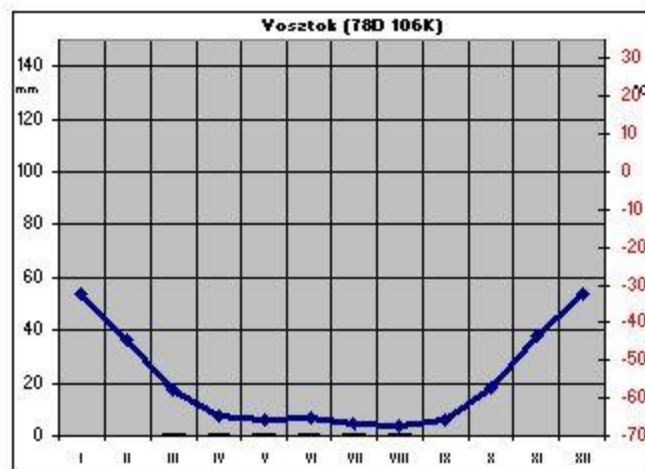


Ezen az éghajlaton a nyár csak 2-3 hónapig tart és ekkor sem igazán meleg. Mivel a levegő többnyire hideg, a páratartalma folyamatosan 100% körüli, még akkor is, ha alig van csapadék. Mindezek miatt a növények alig tudnak párologtatni, nem képesek magasra nőni, mivel a párologtatás szívóereje nem emelné fel a vizet egy fatörzsbe. A lehulló csapadék többnyire hó formájában jelentkezik. Ennek az éghajlatnak a növényzete a hideg puszta, a tundra. Zúzmók és kis cserjék alkotják a növényzet zömét. A rövid nyár alatt főként rovarok

kerülnek elő hatalmas mennyiségben, hiszen életük aktív szakaszát pár hónap alatt kell leélniük. Ennek a területnek jellemző állata a rénszarvas is.

A sarkvidéki éghajlat

Ezen az éghajlaton az egész év során fagypont alatti a hőmérséklet. Grönlandon és az Antarktiszon találhatunk ilyet. Növénytakaró nincs, az élőlények a tengerekben élnek. bár elsőre ezt nem gondolnánk, de ezeken a területeken olyan kevés a csapadék, hogy valójában sivatagoknak tekinthetők.

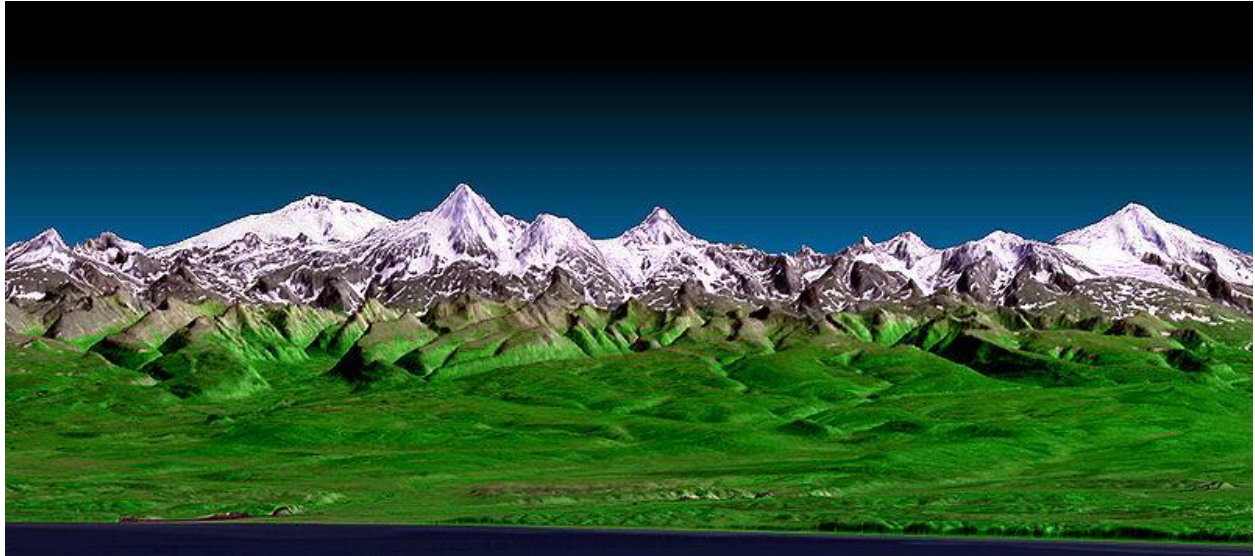


Az övezetek kívüli éghajlatok

Korábban is utaltunk többször arra, hogy bizonyos tényezők miatt eltérhet egy adott éghajlat attól, amit az övezetesség alapján várnánk egy adott helyen. A leggyakoribb ilyen módosító tényező a magasság. Az övezetesség megfigyelhető a hegységeken is. A mérsékelt övben az alacsonyabb területek lombhullató erdeit fenyvesek, majd törpefenyvesek, hegyi rétek végül a hótakaró váltja fel. Ennek oka

elsődlegesen a hőmérséklet, nem véletlen, hogy nagy az eltérés a déli és északi lejtők klímájában.

A trópusokon is kialakul a hegységeken övezetesség, természetesen nem fenyvesekkel.



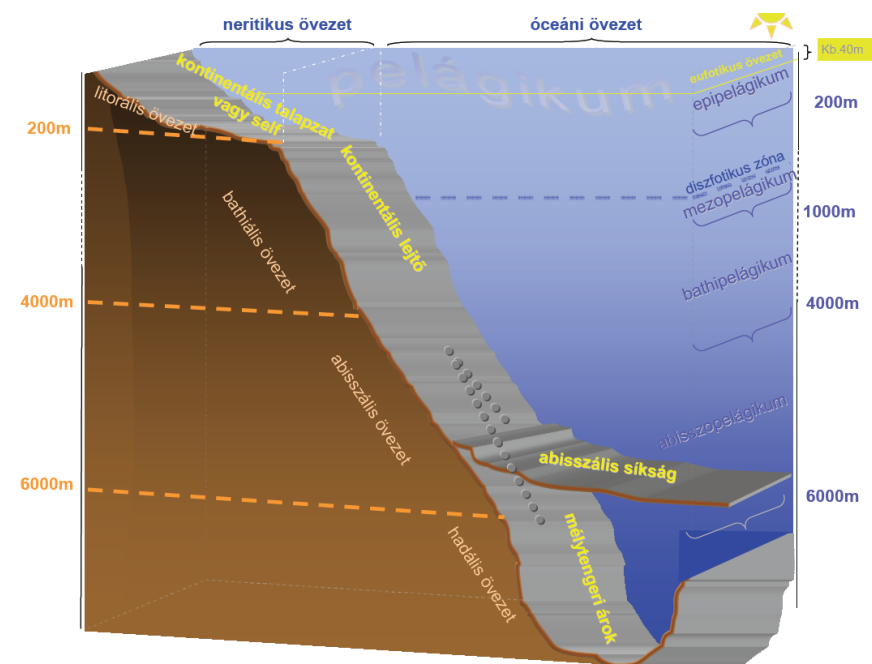
15. A tengerek élővilága

Ha már ilyen szépen végigtekintettük, hogy milyen élőlények vannak a szárazföldön vesztegessünk pár szót a tengerekre is. Az élővilág (elsődlegesen az állatok) fajainak zöme a tengerekben él. Még csak most kezdjük megismerni azt a hihetetlen gazdagságot, amivel a tengeri élet rendelkezik.

A tengerek termelői többségükben az algák. Vannak közöttük aprócska, szemmel nem is látható egysejtűek, mint például a barázdásmoszatok. de előfordulnak (a hideg tengerekben) hatalmas erdőségeket vagy több négyzetkilométeres úszó szigeteket alkotó barnamoszatok is. A melegebb vizekben a korallokkal élnek szoros együttműködésben a vörös algák. Ezek az állatok csalánsejtjeikkel védelmezik az algákat, amik cserébe tápanyagot juttatnak nekik.

A tengeri élőlények életmódjuk alapján lehetnek aktívan úszók (halak, polipok), lebegők (mikroszkopikus rákok), ezeket nevezzük planktonnak, valamint fenéklakók. Ez utóbbiak jellemzően a tengervízet átszűrve gyűjtik ki maguk számára a táplálékot.

A tengeri élővilág számára az egyik legfontosabb dolog a vízben oldott oxigén mennyisége, hiszen az állatok és a növények is ezzel lélegeznek. Érdekes módon, minél hidegebb a víz, annál több oxigént tud oldani, ezért azután a hideg tengereknek sokkal gazdagabb az élővilága (még ha nem is színesebb), mint a melegeké- A legnagyobb cetek ezért élnek a sarkvidékeken, mivel itt van elegendő táplálék számukra.



A tengerben is megfigyelhető egyfajta övezetesség, de itt az egyes öveket egyre mélyebbre haladva találjuk.

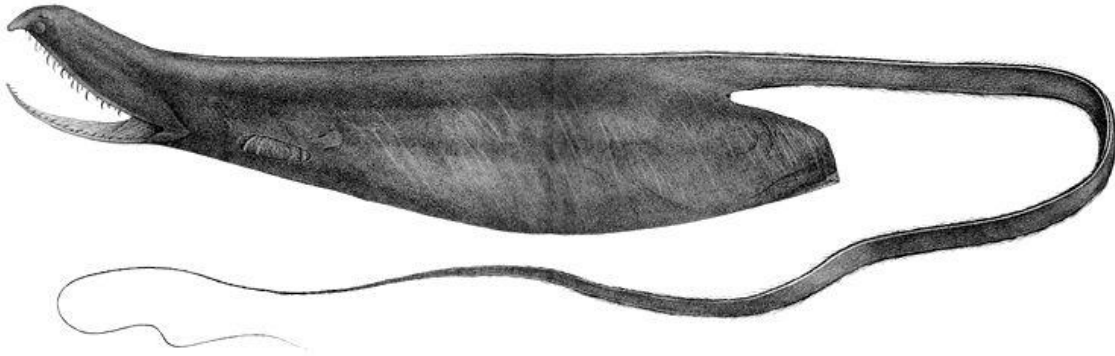
A leggazdagabb élővilággal a parti területek, a kontinentális talpzat rendelkezik. Itt a fenéken növények élnek, számos hal, korallok, gerinctelenek. A nyílt tenger legfelső rétege (200 méterig) az **átvilágítási zóna** itt élnek a lebegő algák, a halak nagy része, a nagy

ragadozók. Ezen a területen sok a fény és az oxigén, ami mind a fotoszintetizáló élőlényeknek, mind az állatoknak kedvező. hasonló hozzá, bár némiképp szegényesebb a **félhomályos övezet**, ami 1000 méter mélységig tart.

A **tengerközépi (batiális) zóna** területén már jóval kevesebb a fény és az oxigén. Gyakoriak a vak élőlények, itt élnek a hatalmas fejlábúak is. Ebben a zónában már

elsődlegesen a felszínközeli vizekből lehulló táplálékot eszik az állatok. Ezt az övezetet 4000 méterig terjedőnek tekintjük.

A **mélytengeri (abisszális) zónában** már semmi fény nincsen és a nyomás is nagyon nagy. Az itt élő állatoknak nagyon különlegesen kell alkalmazkodniuk az itteni körülményekhez. Ennek az övezetnek az alján található többnyire az óceánok aljzata, az abisszális síkság.



Egyes pontokon a mélytengeri árkok akár 6000 méternél is mélyebbre húzódnak, ekkor beszélünk a **hadális zónáról**. Megdöbbentő lehet, de itt is van élet, a tengerfenéki hőforrások közelében különleges élőlények nyüzsögnek.