

## ÉGHAJLATTAN

### Éghajlati rendszer:

Az éghajlati rendszer a légkör állapotát hosszútávon alakító és befolyásoló tényezők és folyamatok egymáshoz kapcsolódó, összefüggő együttese.

Éghajlat-alakítónak nevezzük azokat a tényezőket, amelyek hatással vannak a Föld energiamérlegének alakulására, s ezen keresztül a Föld középhőmérsékletének alakulására.

Éghajlat-alakító tényezők:

- a napsugárzás energiája,
- a napsugárzást felfogó felszín, és
- az energiaáramlások.

### A Föld energiamérlege:

A fő éghajlat-alakító tényező a napsugárzás, amely ennek a rendszernek (éghajlat rendszer) a fő energiaforrása.

#### 1. A besugárzás.

Ez az energiamennyiség elérve a légkör felső határát, belép a légkörbe és halad a földfelszín felé. A Naptól érkező sugárzásnak azt a részét, amely a növények szerves anyag termeléséhez szükséges energiát szolgáltatja, a légkör kevés veszteséggel átengedi.

#### 2. A napsugárzás a felszínen.

A légkörön áthaladó sugárzás a földfelszínt elérve részben visszaverődik, részben elnyelődik, attól függő arányban, hogy a felszínt milyen közeg alkotja. A különböző felszínek jelentősége abban van, hogy eltérő fizikai tulajdonságaik miatt különböző mennyiségű energiát nyelnek el, különböző mennyiségű energiát képesek magukban tárolni és különbözőképpen melegsznek fel.

#### 3. A Föld kisugárzása.

A különböző felszínek által elnyelt hő hatására a földfelszín felmelegszik. A felmelegedett földfelszín a nála hűvösebb bolygóközi tér felé hőmérsékleti (hosszúhullámú) sugárzást bocsát ki. Ennek a hosszúhullámú sugárzásnak ugyancsak a légkörön kell áthaladnia. így a légkör összetételétől függően a sugárzás különböző hányadát engedi át vagy tartja vissza.

#### 4. Egyensúlyi hőmérséklet.

Az a kisugárzási hőmérséklet, amely úgy alakul ki, hogy a Föld-légkör rendszer ugyanannyi sugárzást nyel el, mint amennyit kisugároz, egyensúlyi hőmérsékletnek nevezzük.

#### 5. Az energiaáramlások.

A földfelszínre érkező energiamennyiség nem egyformán oszlik el a Föld Nap körüli keringése, tengely körüli forgása és tengelyének dőlésszöge következtében. A földfelszínen kialakult egyenlőtlen energia-eloszlás következtében a légkörben kiegyenlítő mozgások indulnak meg, amelynek hatására kialakul az általános légkörzés. A tengerek egyenlőtlen felmelegedésének hatására megindul a víztömegek mozgása és kialakulnak a tengeráramlások, amelyben az általános légkörzés által létrehozott szeleknek is jelentős szerepe van.

#### 6. A napsugárzás, a légkör és az élet.

A légkörbe érkező napsugárzásnak az ultraibolya tartományba eső része sejtroncsoló hatású. A légkör nitrogén, oxigén és ózon molekulái azonban ennek a sugárzásnak jelentős részét elnyelik, s ezáltal a földi élet számára védelmet jelentenek. Mivel ebben a szűrésben az ózon játszik fő szerepet, „ózonpajzs”-nak szokták nevezni.

A légkörben lévő üvegházhatású gázok a 4-8 mikron és a 12-40 mikron hullámhosszúságú sugárzást képesek elnyelni. Az elnyelt kisugárzás egy részét az üvegházhatású gázok a földfelszín felé sugározzák vissza, ahol ez a többlet hő a hőmérsékletemelkedést idézi elő. Ez a folyamat olyan, mintha az üvegházhatású gázok „takaró”-t (hőtakaró) terítenének a földfelszín fölé, hogy melegebben tartsák. Ezáltal a Földön az élet számára kedvező hőmérsékleti körülmények alakulnak ki.

□

A légkör tehát olyan rendszer, amely megvédi az életet a káros besugárzástól, a kisugárzást mérséklő hatásával pedig kedvező hőmérsékleti feltételeket teremt az élet számára, s lehetővé teszi, hogy az asszimilációhoz nélkülözhetetlen sugárzás eljusson az asszimiláló növényi szervekhez.

Asszimiláció: az a folyamat, amelynek során az élő szervezetek a környezetükből felvett anyagokból saját testük anyagait felépítik.

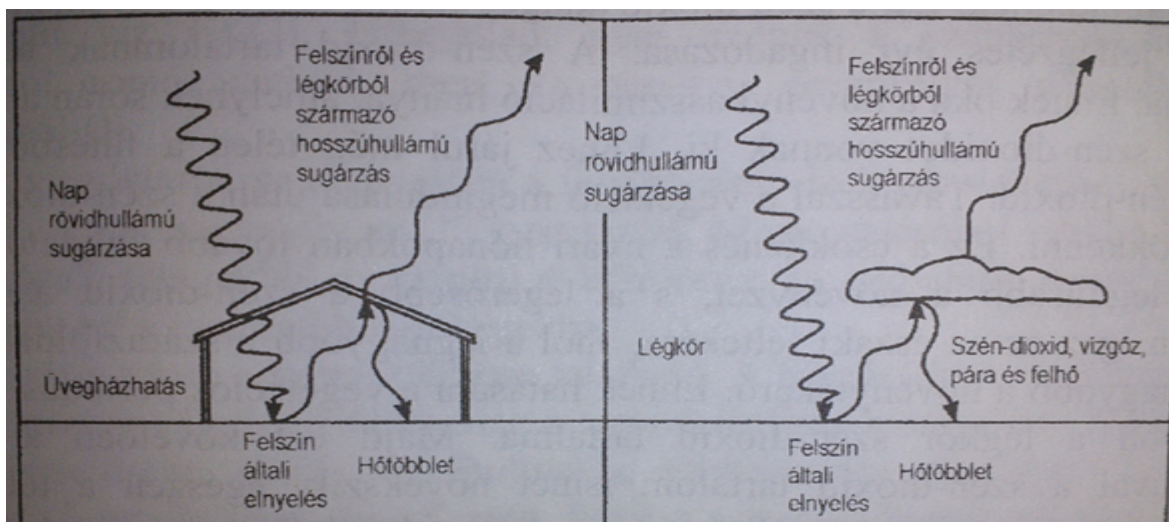
### Üvegházhatású gázok:

Az üvegházhatás azt jelenti, hogy a légkörben vannak olyan gázok, amelyek a Napból érkező rövidhullámú (és a látható fény tartományában) érkező sugárzást kevés veszteséggel engedik át. A felmelegedett földfelszín által kibocsátott hosszuhullámú sugárzást viszont jelentős részben elnyelik és részben visszasugározzák a földfelszínre hőtöbbletet biztosítva ezzel a talaj és az alsó légrétegek számára. □

(A Föld felszínét főleg a látható és infravörös tartományba tartozó sugarak érik el, melynek felét a földfelszín elnyeli. A felszínről visszasugárzott (hő)energia (hosszuhullámú infravörös sugárzás) egy része nem jut ki a légkörből, mert a benne található üvegházhatású gázok elnyelik. Ettől az alsó légkör felmelegszik, s ezek is hősugarakat bocsátanak ki magukból, ezáltal a talaj közelében tartják a meleget. Az üvegházhatás természetes folyamat, amely nélkül a földi átlaghőmérséklet kb. 30°C-kal lenne alacsonyabb.)

### Üvegházhatású gázok:

szén-dioxid; metán; dinitrogén-oxid; halogénezett szénhidrogének (freonok); vízgőz; aeroszolok; ózon, szén-monoxid, stb.



1.1.3. ábra. Üvegházhatás az üvegházban és a légkörben (*Rosenzweig és Hillel 1998*)

## LÉGKÖRTAN

### LÉGKÖR KIALAKULÁSA

Az elsődleges őslégkör hidrogénből, héliumból, metánból, ammóniából, kén-hidrogénből és vízgőzből állt. A Naprendszer keletkezése után az elsődleges atmoszférát alkotó könnyű gázok elillantak, vagyis disszipálódtak az őslégkörből.

(disszipáció: az elektromos energia hőenergiává alakulása az elektromos áramkörökben)

Ehhez járult még hozzá a „napszél” által keltett erős kozmikus áramlás is, amely szinte elfújta a Naphoz közeli bolygók felszínéről a könnyen illanó gázokat. Így a légkörben csak a nehezebb gázmolekulák maradtak meg, és azok a gázok, amelyek idővel kondenzálódtak, illetve a Föld anyagának szilárd alkotó elemeivel kémiai reakcióba léptek. A disszipáció során eltűnt Földünk atmoszférája, így ebben az időben bolygónk a mai Holdhoz hasonlóan- légkör nélküli égitest volt.

(kondenzáció: az anyag átmenete gáznemű halmazállapotból cseppfolyós halmazállapotba)

A kozmikus gázok disszipálódása utána következett a Föld másodlagos atmoszférájának kialakulása. A folyamatban fő szerepet a szilárd kéregből a vulkanizmus és a lemeztectonikai mozgások során lezajló kémiai reakciók gáz felszabadulásai játszották. Így elsősorban vízgőz, szén-dioxid, kisebb mennyiségben nitrogén, hidrogén és kén került a légkörbe. Ezek a gázok a szilárd kéreg felett vékony légrétegben halmozódtak fel és elnyelték a földfelső által kibocsátott hosszúhullámú sugárzást, így a földfelszín hőmérséklete az újonnan kialakult gázburok hatására emelkedni kezdett. Légkörünk ekkor még reduktív állapotú volt.

(reduktív: csökkentett, egyszerűsített; oxigén elvonása egy vegyületből)

Fontos szerepe lett a Föld kezdeti „őshajlatának”, amely lehetővé tette a víz fokozatos kondenzálódását és a hidroszféra formájában történő felhalmozódását. (ekkor még az oxigén csak különféle vegyületeiben fordult elő)

A földtörténet ezen kezdeti szakaszában tehát a szén-dioxid fokozatosan felhalmozódott és mennyisége jelentősen meghaladta a jelenlegi értéket.

A Föld felszínének a hőmérséklete ekkor a mainál több mint 20 Celsius-fokkal volt alacsonyabb. A földkéregből kisugárzott hő és a vulkáni működések során kiáramló szén-dioxid növekvő mennyisége miatt fokozatosan emelkedni kezdett a légkör hőmérséklete. A Földünk légkörében ma is alapvető szerepet játszó üvegházhatás ekkor kezdett kialakulni, és ennek következtében a földfelszín hőmérséklete mintegy 3,5 milliárd évvel ezelőtt már elérte a 0 Celsius fokot.

Ezzel egyidejűleg megnövekedett az atmoszféra vízgőztartalma, és megkezdődött a víz ma is ismert légköri körforgása. Ez a folyamat vezetett el végül is az ósóceánok és ezt követően a földi élet kialakulásához.

A „másodlagos légkör”-ben jelenlévő metán, ammónia és nitrogén az ósóceánok vízében elnyelődve olyan kolloid oldatot hoztak létre, amelyben a villámok energiája és a Nap ultraibolya sugárzásának hatására szerves vegyületek keletkeztek. A szerves vegyületek jelenléte az élet kialakulásának és megjelenésének legegyszerűbb formáit tette lehetővé.

Mivel ez a légkör még igen kevés oxigént és ózont tartalmazott, ezért a Naptól érkező ultraibolya sugárzás akadálytalanul juthatott a felszínre. Így az élet kezdetleges formái a tengervíz olyan mélységeiben jöhettek csak létre, ahová az élőlényekre veszélyes ultraibolya sugárzás már nem juthatott le, de a fotoszintézishez elengedhetetlenül szükséges látható fény még igen. A legelső élő szervezetek valószínűleg primitív baktériumok és algák voltak. Ezek

között idővel olyanok is keletkeztek, amelyek fotoszintetikus működése során szén-dioxidból oxigént és szén-et állítottak elő. Így kezdődött el a molekuláris oxigén földi tömegtermelése, és ezzel a mai „oxidatív” légkörének kialakulása.

(kolloid:

A Föld felszínére érkező ultraibolya sugárzás az oxigén molekulák egy részét ózonná alakította. Ez a folyamat állandó rekombinációs egyensúly révén folyamatosan egyre növelte a légkörben jelenlévő ózon mennyiségét.

Körülbelül 600 millió évvel ezelőtt az oxigén mennyiségének növekedésével egyidejűleg nőtt az ózonkoncentráció, így fokozatosan kialakult az ózonpajzs, ami lehetővé tette a szárazföldi élet szerveződését és egyre szélesebb körű elterjedését.

Az atmoszférában fokozatosan felhalmozódó oxigén és ezzel együtt a földfelszín felett vékony rétegben elrendeződő ózonpajzs kialakulásával ellentétesen a légkör szén-dioxid tartalma egyre csökkent. Ezt a folyamatot két tényező is okozta.

A légköri szén-dioxid jelentős hányada biológiai és kémiai reakciókkal az óceánok karbonátos közeteiben mészkő és dolomit formájában kötődött le, ennek megfelelően fokozatosan csökkent a légkörben a korábbi magas parciális nyomása.

(parciális: részleges)

A másik tényező a bioszféra megjelenésében és fejlődésében nyilvánult meg. Az ozonoszféra létrejöttével kifejlődött növényzet ugyanis a levegőből szén-dioxidot vesz fel és oxigént szabadít el. Így a légkörben lévő CO<sub>2</sub> és oxigén mennyisége és természetesen az aránya a geológiai korok során a maihoz képest egymás tükörképeként változott.

Körülbelül 400 millió évvel ezelőtt az oxigénkoncentráció további emelkedésével létrejött összefüggő ózonréteg egyre feljebb emelkedett a Föld felszínétől.

Az oxigénszint növekedése a továbbiakban valószínűleg erősen ingadozott, míg végül fokozatosan kialakult egy olyan érzékeny ún. homeosztatisztikus dinamikus egyensúly, amely a légkör, a földkéreg mozgásfolyamatai, valamint a hidroszféra és a biomassza hatásaitól függően önmagát szabályozza, vagyis a légkört alkotó gázok összetevőinek arányát állandóan egyensúlyban tartja.

## ÉGHAJLAT OSZTÁLYOZÁS

Az egyik legelterjedtebb és ma is alkalmazott éghajlati felosztás KÖPPEN nevéhez fűződik. Az osztályozás a hőmérséklet és a csapadék havi és évi átlag értékeiből, éven belüli szokásos eloszlásából indult ki. Ezek alapján öt éghajlati fő övet különböztet meg, amelyet tovább osztva 11 alapvető éghajlati típust állapított meg, s ezek további szempontok alapján még további rész körzetek megállapítását tették lehetővé.

A KÖPPEN-féle éghajlati felosztás előnye az volt, hogy az éghajlati típusokat számszerűen rögzített kritériumok alapján alkotta meg, a figyelembe vett éghajlati tényezők kapcsolatba hozhatók a hő- és vízháztartás alakulásával. További előnye a didaktika szemléletessége a típusok jó ábrázolhatósága, hibája viszont az, hogy számszerű értékei sokszor önkényesek és merevek, a kisebb területekre történő alkalmazása kérdéses és ellentmondásos. Ennek ellenére a globális földrajzi elemzésben még ma is jól használható.

(didaktika: oktatással foglalkozó tudományág)

A felosztás a következő öt nagy övet különíti el:

A=trópusi öv,

leghidegebb hónap középhőmérséklete is meghaladja a 18 Celsius-fokot.

B=száraz öv,

amelyek határát nem a hőmérséklet, hanem az elegendő csapadék hiánya jelöli ki. Mindkét félgömbön előfordul.

C=meleg mérsékelt öv,

leghidegebb hónap középhőmérséklete -3 és 18 Celsius fok közötti, hótakaró nincs, mindkét félgömbön előfordul.

D=szélsőségesen nagy évközi hő ingással jellemző öv,

leghidegebb hónap középhőmérséklete -3 Celsius fok alatt, a legmelegebb 11 Celsius fok fölött van. A nyár rövid, de viszonylag meleg, a tél viszont hideg és rendszeres tartós hótakaróval jár. A déli félgömbön hiányzik.

E=hideg poláris terület,

legmelegebb hónap középhőmérséklete 0-10 Celsius fok között van, a térség egy részét pedig, ahol a legmelegebb hónap középhőmérséklete 0 Celsius fokot sem éri el, az állandó fagy jellemzi.

Ezek az éghajlati főövek a csapadékviszonyok alapján tovább tagozódnak. Az „A” övön belül egy állandó esős altípus (trópusi esőerdők öve) van. Azokat a területeket soroljuk ide, ahol a legszárazabb hónap átlagos csapadéka is meghaladja a 60 mm-t (Af).

Továbbá a monszunesők területe vagy szavanna klíma (Aw), amely időszakonként száraz, de az év nagyobb részében bőséges csapadékban részesül.

A száraz „B” övön belül elkülöníthető annak egy enyhébb változata a sztyepp klíma típusa, ahol még egy-két hónapos viszonylag csapadékosabb időszak is fellép (Bs), valamint a sivatagok területe, ahol rendszeres csapadékhullásra nem lehet számítani (Bw).

A nagyobb évi hőmérsékleti ingásokat mutató „C” övben döntő jelentőségű, hogy a csapadék éven belüli eloszlása egyenletes avagy szakaszos, s a csapadékos és száraz időszak a télre vagy a nyárra esik. Így megkülönböztethető:

meleg-mérsékelt éghajlati típus nyári csapadékkal és téli szárazsággal (Cw),

meleg-mérsékelt éghajlati típus téli csapadékkal és nyári szárazsággal (Cs), ami az úgynevezett mediterrán klíma sajátossága, és végül

meleg mérsékelt éghajlat az éven belüli egyenletes csapadék eloszlással (Cf).

A legszélsőségesebb évi hőmérséklet ingást mutató „D” övön belül vannak a viszonylag egyenletes évi csapadékeloszlású (Df) és az olyan területek, ahol a tél csapadékszegény, a rövid nyár viszont bőséges csapadékot hoz (Dw).

Az „E” övön belül van a tundra éghajlat, ahol a legmelegebb hónap középhőmérséklete -10-0 Celsius fok közé esik (Ef), valamint az állandó fagy éghajlata, ahol legmelegebb hónap középhőmérséklete sem emelkedik 0 Celsius fok fölé (Eh), végül pedig azok a magashegyvidéki területek, ahol a nagy tengerszint fölötti magasság miatt tapasztalható hasonlóan alacsony hőmérséklet (Eh).

Tulajdonképpen a KÖPPEN-féle rendszer továbbfejlesztésének tekinthető az 1937-ben ismertté vált TREWARTHA-féle éghajlatosztályozás is. Ez abban ad többet, hogy kevésbé kötődik számértékekhez, ezért kevésbé merev, nagyobb súlyt helyez a minőségi különbségekre, és jobban tekintetbe veszi a növényföldrajzi adottságokat. Bizonyos mértékben kitér az éghajlat genetikus tényezőire is, ezért KÖPPEN-féle beosztásnál sokkal alkalmasabb az éghajlatok földrajzi szempontú rendszerezésére.

A fő éghajlati öveken belül TREWARTHA osztályozása a következő éghajlatokat különbözteti meg:

- A) Trópusi nedves éghajlatok
  - A.1 Trópusi esőerdő éghajlat,
  - A.2 Szavanna éghajlat;
- B) Száraz éghajlatok
  - B.1 Alacsony földrajzi szélességek sivatagi éghajlata,
  - B.2 Alacsony földrajzi szélességek sztyepp éghajlata,
  - B.3 Közepes földrajzi szélességek sivatagi éghajlata,
  - B.4 Közepes földrajzi szélességek sztyepp éghajlata;
- C) Meleg-mérsékelt éghajlatok
  - C.1 Mediterrán vagy száraz nyarú szubtrópusi éghajlat,
  - C.2 Nedves szubtrópusi éghajlat nyári csapadékmaximummal,
  - C.3 Enyhe tengerparti éghajlat;
- D) Hűvös éghajlatok
  - D.1 Kontinentális éghajlat hosszabb meleg évszakkal,
  - D.2 Kontinentális éghajlat rövidebb meleg évszakkal,
  - D.3 Szubarktikus éghajlat (a sarkkörök közelében található átmeneti övezet az arktikus-antarktikus és mérsékelt övek között);
- E) Sarkvidéki éghajlatok
  - E.1 Tundra éghajlat,
  - E.2 Az állandó jégtakaró éghajlata;
- F) Magashegységi éghajlatok
  - F.1 Trópusok magashegységi éghajlata,
  - F.2 Közepes földrajzi szélességek magashegységi éghajlata.

A fenti eredeti TREWARTHA-féle beosztást PÉCZELY György 1982-ben csekély mértékben módosította, 1984-ben megjelent „A Föld Éghajlata” című munkájában publikálta először.

## **A LÉGKÖR ÉS RÉTEGZŐDÉSE**

A légkör a Földet körülvevő gáznemű burk. Ezt a gáznemű burkot a Föld gravitációs ereje tartja a bolygó körül, s az a Naptól vett távolságnak megfelelően kialakult hőmérséklet, amely a levegőmolekulák számára nem teszi lehetővé, hogy a kozmikus sebességre felgyorsuljanak és a bolygóközi térbe távozzanak. (Az emberi tevékenység befolyással van a légköri viszonyok alakulására.)

A földi légkör nem kivételes jelensége naprendszerünknek, mert a bolygók jelentős részének, még magának a Napnak is van légköre. (Csupán a kisebb tömegű égi objektumok nem rendelkeznek légkörrel.)

A bolygók keletkezésekor a nem illó fémek és vegyületek szilárd kérget alakítottak ki, az illékony vegyületek pedig légkörként maradtak vissza. A Naphoz legközelebb eső bolygókon a nagy forróság miatt azonban fokozatosan elpárologtak a könnyű elemek (H, He).

A földi légkör elsősorban összetételénél fogva lehetővé teszi az életet. Összetétele azonban a Naprendszerben egyedülálló. Még a környező bolygók légkörének összetétele is jelentősen eltér a földi légkörtől.

### Az élet lehetőségei a bolygókon:

A földi értelemben vett élet meghatározó fizikai és kémiai feltételeket kíván.

A legfontosabb fizikai feltétel, hogy a bolygó felszíni hőmérsékletének 200 és 300 Kelvin-fok között kell lennie.

További fizikai feltétel, hogy a bolygónak olyan méretűnek kell lennie, hogy a tömegvonzás a gáznemű burkot alkotó levegőmolekulákat képes legyen a bolygó körül megtartani. A levegőmolekulák pedig olyan átlagos sebességgel mozogjanak, ami a szökési sebesség egyötöde alatt marad.

A kémiai feltétel alapja, hogy a bolygónak meghatározott kémiai összetételű légkörrel kell rendelkeznie. Ebben a légkörben a szabad oxigén arányának nem szabad nagyon kicsinek lennie. Ezen kívül szénnek és nitrogénnek kellő mennyiségben jelen kell lennie.

(Szökési sebesség 11,2 km/s)

A bolygónkat körülvevő légkör elhatárolja a Földet a világűrtől és megvédi a földi életet a világűrtől érkező káros sugárzástól, s azoktól az élőszervezetekre veszélyes nagy hőmérséklet-ingadozásoktól, amelyek a világűrben a nappalok és éjszakák váltakozását kísérik.

### A földi légkör:

A légkör felső határa:

A meteorológusok egy része elméleti úton úgy határozza meg a légkör felső határát, hogy a felső határt abban a magasságban tételezi fel, ahol a Föld vonzóereje és a forgás következtében fellépő centrifugális erő egyensúlyban van egymással.

A légkör felső határának megadása egyúttal a Föld anyagtartományának a bolygóközi tér felé történő elhatárolását is jelenti. (Ez körülbelül 30 ezer km magasságban következik be.)

A légkör felső határának megadása egyúttal a Föld anyagtartományának a bolygóközi tér felé történő elhatárolását is jelenti.

a, azokat a légrétegeket tekintjük a légkör részének, amelyek a Földnek a Nap körüli mozgása és a tengely körüli forgása során együtt mozognak vele,

b, a légkör részének tekintett gáztömegnek anyagi összetételében különböznie kell a bolygóközi anyagtól.

A légkör alsó határa:

E határ pontos kijelölése azért ütközik nehézségekbe, mert a levegő behatol a szilárd talaj pórusaiba, sőt bizonyos mértékben még a víztömegekbe is.

A szárazföldök és vizek felszíne felismerhetően jelzi a levegőtömeg kiterjedésének, más halmazállapotú anyagokkal való érintkezésének vonalát.

#### A légkör összetétele:

Az 1700-as évektől ismerjük, hogy a levegő nem egy egyszerű és egynemű elem, hanem különböző gázok elegye, s a levegőt alkotó alapvető gázok összetétele nem függ a földrajzi környezettől. A különböző gázok túlnyomó része vegyi elem, s csak kisebb arányban fordulnak elő benne vegyületek. Találunk még a légkörben szilárd részecskéket és biológiai anyagokat is.

A levegő összetétele a 80-100 km-es magasságig lényegében nem változik, csak 100 km felett változik annyiban, hogy az argon mennyisége az oxigén és a nitrogén mennyiségéhez képest csökken.

A levegő kb. 500 km magasságig alapvetően nitrogén-oxigén összetételű. A kozmikus sugárzás hatására azonban a gázok molekulái felbomlanak és atomos állapotot vesznek fel. (egyatomos oxigén, egyatomos nitrogén)

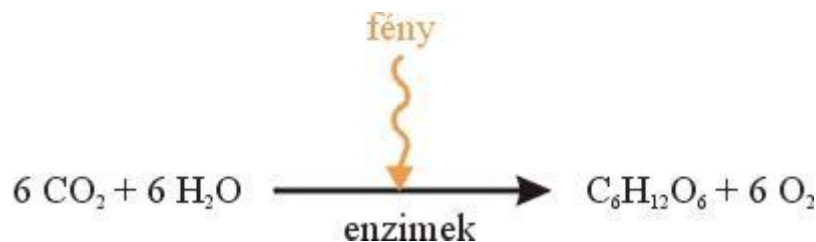
600 km magasságban már túlsúlyba kerül a hélium, tovább haladva a bolygóközi tér felé pedig a hidrogén. (a levegő összetétele kezd fokozatosan közeledni a bolygóközi tér anyagának összetétele felé)

A száraz légkört 78%-ban molekuláris nitrogén és 21%-ban molekuláris oxigén alkotja. A fennmaradó 1%-ot főleg nemesgázok töltik ki. (argon, neon, xenon)

#### Alapgázok:

Ide tartoznak a légkört alkotó vegyi elemek: a nitrogén, az oxigén, a hidrogén és egyéb, kisebb mennyiségben jelenlévő nemesgázok. A légkörben mind a hat nemesgáz megtalálható. (kripton, argon, xenon, neon, hélium, radon)

Biológiai szempontból a légkörben található gázok közül az oxigén a legfontosabb. **Oxigén mennyisége a légkörben közel állandónak tekinthető, mert az élőlények által a légzés során elhasznált oxigént a növények a fotoszintézis melléktermékeként keletkezett oxigénnel pótolják.**



A Földön a **nitrogén** részaránya a legnagyobb. A nitrogén minden élő szervezet számára nélkülözhetetlen, mint a fehérjék, nukleinsavak és egyéb, az élőszervezetekben előforduló vegyületek alkotórésze. A növény az egyetlen olyan szervezet, amely szervesetlen nitrogénvegyületekből szerves nitrogénvegyületeket képes létrehozni.

A légköri nitrogén jelentősége a mezőgazdaság számára abban áll, hogy bár a magasabb rendű növények a légkör molekuláris nitrogénjét nem tudják közvetlenül hasznosítani, a légkör az egyetlen forrása ennek a fehérjetermeléshez nélkülözhetetlen anyagnak.

Az **oxigén** a légkör és a növények közötti anyagcsere alapvető anyaga, amely a légkörnek mintegy 21%-át teszi ki.

A légköri oxigén egyetlen forrása a zöld növények fotoszintézise. A fotoszintézis folyamán a felszabaduló oxigén mennyiségét az élőlények légzése során felvett oxigén mennyisége kompenzálja.

A **változó mennyiségű gázok** közül a legfontosabbak a vízgőz, a szén-dioxid és az ózon. Közülük a vízgőz mennyisége helyről helyre és időben is igen jelentős mértékben változik, míg a szén-dioxid és az ózon mennyiségének változása csak kisebb mértékű. Vannak még kisebb mennyiségben előforduló gázok, melyeknek fő szerepe a földfelszínről történő hosszuhullámú sugarak elnyelésében és azok jelentős részének felszínre történő visszasugárzásában van. Ezen gázok koncentrációja nagyon érzékeny az emberi tevékenységre. (üvegházhatású gázok)

**Szilárd részecskék** túlnyomórészt felszíni eredetűek, csak kisebb mértékben származnak a bolygóközi térből. A felszínről a levegőbe jutó részecskéket a függőleges mozgások emelik a magasba. Ezek részint a természet erőinek működése következtében, részint emberi tevékenység útján kerülnek a levegőbe. Zömében mikroszkopikus nagyságúak. Jelentőségük abban van, hogy rájuk csapódik ki a levegőben lehűlt vízgőz, s így a felhő- és csapadékképződésben nélkülözhetetlenek. Nagy mennyiségben erősen szennyezik a levegőt, így káros hatást gyakorolnak a növényzetre és az emberi egészségre. Ugyanakkor megnövekszik a felhő- és ködképződés, s emiatt csökken a besugárzás.

A **biológiai anyagok** részint növényi, részint állati eredetűek. (virágpor, baktériumok, egyéb organizmusok)

#### A légkör rétegződése:

A Föld vonzóereje következtében a légkör tömege a földfelszín közelében sűrűsödik és felfelé haladva fokozatosan ritkábbá válik. A légkör kémiai és fizikai sajátosságai változnak a magassággal. Az alsó mintegy 80-100 km-es rétegben a levegő összetétele és átlagos molekulatömege azonban állandó. Ezt a réteget *homoszférának* nevezzük. A levegő molekulatömege a magassággal jelentősen csökken. A légkörnek a 80-100 km magasságok feletti változó összetételű részét *heteroszférának* nevezzük.

**Troposzféra:** A földfelszín felett elhelyezkedő legalsó és legsűrűbb réteget troposzférának nevezzük. Erre a rétegre a földfelszín erős befolyást gyakorol, mert a függőleges irányú légmozgások eljuttatják a felszíni hatásokat a magasabb rétegekbe is. Ebben a rétegben van a vízgőztartalom hozzávetőlegesen 90%-a, a szén-dioxidtartalom és az aeroszolok nagy része. A réteg vastagsága az Egyenlítőtől a sarkok felé csökken. (Egyenlítő ~18km, sarkvidékeken ~8km) Itt a legnagyobb a levegő sűrűsége és nyomása. Hőtartalmának növelése a napsugárzás által felmelegített földfelszín közvetítésével történik. Ezért a földfelszíntől felfelé távolodva a hőmérséklet fokozatosan csökken.

A troposzféra felső határán van egy átmeneti réteg, amely hol jól felismerhető, hol elmosódottabb formában észlelhető. Ezt a vékony réteget tropopauzának nevezzük. A tropopauza azzal különül el a troposzférától, hogy ebben a rétegben megszűnik a hőmérséklet magassággal való csökkenése.

**Sztratoszféra:** A hőmérséklet már nem csökken a magassággal. A sztratoszférára az alacsony hőmérsékletek jellemzőek. A levegő sűrűsége és nyomása a magassággal csökken. Itt szinte egyáltalán nincs vízgőz, és szilárd részecskék is csak elenyésző mértékben vannak jelen. (Felhőképződés megszűnik.) A sztratoszférában is vannak jelentős vízszintes és függőleges mozgások. Ennek hatására a levegő olyan összetételű, mint a troposzférában.

A sztratoszféra felett szintén található egy átmeneti réteg, amelyet sztratopauzának neveznek. Ez a réteg mintegy 50 km magasságban helyezkedik el.

**Mezoszféra:** Több egymás felett elhelyezkedő tartományra osztható. A legalsó tartományt, mely 50 és 55 km között helyezkedik el, a hőmérsékletnek a magassággal való erőteljes emelkedése jellemzi. A második tartományban a hőmérséklet a magassággal igen lassú

csökkenést mutat, gyakorlatilag állandónak tekinthető. A mezoszféra harmadik tartományában a hőmérséklet a magassággal való közel olyan mérvű csökkenése jellemzi, mint ami a troposzférában tapasztalható. A 70-80 km közötti réteg már nagyon hideg, s gyakorlatilag állandó hőmérsékletű.

Mezopauza a 80-82 km magasságban fekszik. Az egész légkör leghidegebb szintje.

**Termoszféra:** A 800 km magasságig terjedő légköri réteget szokás termoszférának nevezni. Ebben a rétegben a hőmérséklet nagyon magas értékeket ér el. A 100 kilométeres magasságban már 70 fok körüli hőmérsékletek fordulnak elő (a felső határnál akár 1000 fok is elérhető). A hőmérséklet a magassággal rohamosan nő. A hőmérséklet-emelkedés minden bizonnyal az atomos oxigén által elnyelt ultraibolya sugárzás következménye.

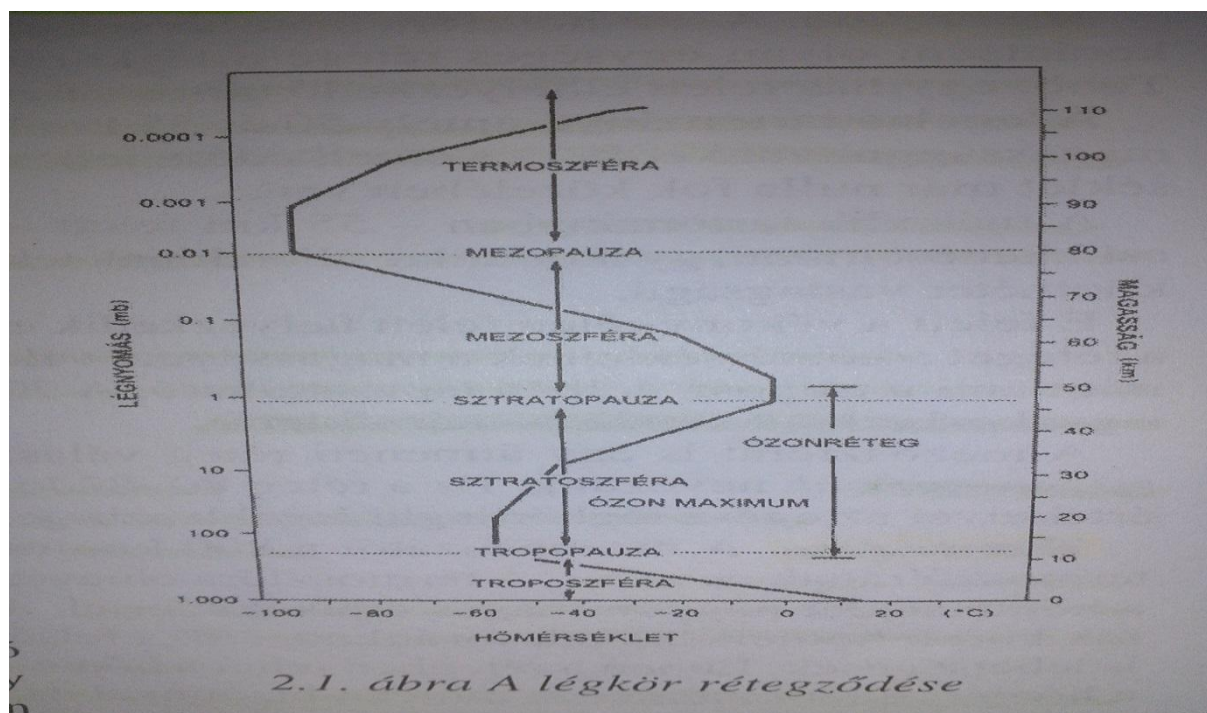
**Exoszféra:** A légkör felső határáig terjed. Magas hőmérsékletek jellemzik. A levegő sűrűsége kicsi.

A magasság növekedésével a levegő fokozatosan ritkul és a légkör szinte észrevétlenül megy át a világűrbe, ahol már csak különálló molekulák vannak.

2.1. táblázat  
A levegő kémiai összetétele

| Gáz                                    | Kémiai jel                        | Térfogat % | Mennyiség                    | Tartózkodási idő       |
|----------------------------------------|-----------------------------------|------------|------------------------------|------------------------|
| <i>Állandó mennyiségű gázok</i>        |                                   |            |                              |                        |
| Nitrogén                               | N <sub>2</sub>                    | 78,084     |                              | ~10 <sup>6</sup> év    |
| Oxigén                                 | O <sub>2</sub>                    | 20,946     |                              | 3,8·10 <sup>3</sup> év |
| Argon                                  | Ar                                | 0,934      |                              | —                      |
| Neon                                   | Ne                                |            | 18,18 ppm*                   | —                      |
| Hélium                                 | He                                |            | 5,24 ppm                     | ~10 <sup>7</sup> év    |
| Krypton                                | Kr                                |            | 1,14 ppm                     | —                      |
| <i>Változó mennyiségű gázok</i>        |                                   |            |                              |                        |
| Szén-dioxid                            | CO <sub>2</sub>                   |            | 360 ppm                      | 4 év                   |
| Metán                                  | CH <sub>4</sub>                   |            | 1,7 ppm                      | 10 év                  |
| Hidrogén                               | H <sub>2</sub>                    |            | 0,55 ppm                     | 2 év                   |
| Dinitrogén-oxid                        | N <sub>2</sub> O                  |            | 0,31 ppm                     | 150 év                 |
| Freonok                                |                                   |            | ~10 <sup>-3</sup> ppm        | ~100 év                |
| Metil-klorid                           | CH <sub>3</sub> Cl                |            | 0,6·10 <sup>-3</sup> ppm     | 1,5 év                 |
| Karbonil-szulfid                       | COS                               |            | 0,5·10 <sup>-3</sup> ppm     | 40 év                  |
| <i>Erősen változó mennyiségű gázok</i> |                                   |            |                              |                        |
| Víz                                    | H <sub>2</sub> O                  |            | 0,4–400·10 <sup>3</sup> ppb* | 9 nap                  |
| Szén-monoxid                           | CO                                |            | ~100 ppb                     | 0,1 év                 |
| Ozon                                   | O <sub>3</sub>                    |            | ~30 ppb                      | 5–10 nap               |
| Nitrogén-dioxid                        | NO <sub>2</sub>                   |            | 0,01–2,0 ppb                 | 3 nap                  |
| Ammónia                                | NH <sub>3</sub>                   |            | 0,01–2,0 ppb                 | 5 nap                  |
| Kén-dioxid                             | SO <sub>2</sub>                   |            | 0,01–5,0 ppb                 | 2 nap                  |
| Dimetil-szulfid                        | (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S |            | 0,001–0,05 ppb               | < 1 nap                |
| Szénhidrogének**                       |                                   |            | 1–10 ppb                     | 0,5–10 nap             |

\* ppm a térfogat milliommód (10<sup>-6</sup>) része; + a térfogat milliárdod (10<sup>-9</sup>) része; \*\* metán nélkül



## **CIKLON-ANTICIKLON**

### **Anticiklon**

Magas légnyomású légköri képződmény, amelynek jellemző horizontális kiterjedése 1000 km vagy annál nagyobb.

Az anticiklonok centrumában csendes, nyugodt időjárás a jellemző, a légkör magasabb rétegeiben felhőoszlató hatású, leszálló légmozgással. Az anticiklonokhoz nyáron inkább a száraz, napos idő társul, télen azonban főként a tartósabban fennálló anticiklonokat gyakran jellemzi párák, ködös idő. Az anticiklon peremén az északi féltekén az óramutató járásával megegyező irányú légmozgás alakul ki. A légnyomás többnyire meghaladja az 1020 hPa-t, de főleg télen, kontinentális eredetű anticiklonokban 1060 hPa is előfordulhat. Az anticiklonok több napig, de akár több hétig is fennállhatnak. Alkalmanként a „köztes anticiklon” kifejezéssel is élünk, ilyen esetben két ciklon közötti, jellemzően kisebb kiterjedésű, magas nyomású területről beszélünk, amelyben csak átmenetileg várjuk a felhőzet csökkenését.

Az anticiklon olyan légörvény, amelyben a légnyomás a középpontban a legmagasabb, és kifelé haladva csökken. Az anticiklonban a levegő az északi féltekén az óramutató mozgásával megegyező irányban, nagyon enyhén kifelé mutató spirál mentén mozog, azaz a szél a ciklon középpontja körül, de kissé a középponttól távolodva fúj. Az anticiklon belsejében ezért a kifelé távozó levegő helyére a magasból érkezik az utánpótlás, azaz az anticiklon belsejében szárító, felhőoszlató hatású leszálló légmozgások alakulnak ki. Az anticiklon jellemzője ezért általában a szárazabb, naposabb, de télen gyakran a tartósan ködös idő. A szélerősség és a légnyomási gradiens összefüggése itt is fennáll, de az anticiklonban ritkább az erős gradiens. Maximális mérete a több ezer kilométert is elérheti.

A szubtrópusi meleg anticiklonok stabil képződmények, és függőleges irányban is magasba nyúlnak, formájuk általában ellipszis alakú, amelynek nagy tengelye nyugat-délnyugat-kelet-északkelet irányú.

A hideg, téli kontinentális anticiklonok a szárazföldek északi részein alakulnak ki, például az orosz síkságon vagy Szibéria felett. Ezek sekély képződmények, magasságuk 2000 m körüli. A Kárpát-medencébe történő áthelyeződésüket gyakran megakadályozza a Kárpátok koszorúja.

A magyarországi időjárás szempontjából is fontosabbak az úgynevezett közöttek anticiklonok, amelyek a ciklonsorozatok között, a hidegfront mögött alakulnak ki. A Kárpát-medencébe északról, északnyugatról áthelyeződő hidegfrontokat az azori anticiklonokat ékszerű benyúlása, az úgynevezett azori- orr követi, amelyet sok esetben tartós szélviharok, záporok kísérhetnek.

A ciklonok és anticiklonok tehát alacsony vagy magas nyomású örvények, különböző forgási irányokkal. Ahhoz, hogy alacsony nyomás alakuljon ki a ciklonban, a talajközeli konvergenciát a magas szinti divergenciának felül kell múlnia, az anticiklonoknál pedig fordítva kell, hogy ez megtörténjen. A konvergencia és a divergencia által létrejövő nagy térségű vertikális mozgások biztos jelei a ciklonális vagy anticiklonális fejlődések. A ciklont, illetve az anticiklont a légnyomási képződmények két szélső megjelenési formájának tekinthetjük. A kettő között, sőt bármelyiken belül a légnyomás vízszintes eloszlásának számos változata előfordulhat, s ezek aszerint alakítják az időjárást, hogy a bennük lévő levegő össze- vagy szét-, azaz fel- vagy leáramlik.

## **Ciklon**

Alacsony nyomású légköri képződmény, amelynek jellemző horizontális kiterjedése a mérsékelt éghajlati övezetben 1000 km körüli.

A szél az északi féltekén a ciklon középpontja körül az óramutató járásával ellentétes irányban fúj. A legalacsonyabb légnyomási értékkel rendelkező cikloncentrumot zárt izobárok veszik körül. A ciklonok a bennük található időjárási frontokkal a változékony időjárás okozói. Középpontjukban a légnyomás jellemzően alacsonyabb 1010 hPa-nál, sőt egyes kimélyült ciklonokban akár 950 hPa alá is süllyedhet. A mérsékelt övi ciklonok mellett megkülönböztetünk trópusi ciklonokat is (hurrikán, tájfun), amelyek kisebbek, eltérő szerkezetűek és a mérsékeltövi társaikhoz képest jóval erősebbek.

A ciklon olyan légörvény, amelyben a légnyomás a középpontban a legalacsonyabb, és kifelé növekszik. A ciklonban a levegő az északi féltekén az óramutató mozgásával ellentétes irányban, nagyon enyhén befelé mutató spirális mozgással örvénylik, azaz a szél a ciklon középpontja körül, de kissé a középpont felé közelítve fúj. Emiatt a ciklon belsejében a levegő összeáramlása, torlódása alakul ki, s innen a levegő csak felfelé tud tovább áramlani. A ciklon belsejében tehát felhő- és csapadékgerjesztő feláramlások jönnek létre, ezért a ciklon általában felhősebb, csapadékosabb időjárás hordozója, és a markáns időjárási események, változások is általában a ciklonokhoz kapcsolódnak.

Minél erőteljesebben növekszik a légnyomás a ciklon középpontjától kifelé haladva, azaz minél nagyobb a légnyomási gradiens a ciklonban, annál nagyobb az áramlás sebessége, annál erősebb a szél.

A ciklon tehát rendkívül összetett képződmény, viselkedése a felsorolt néhány tényezőtől kívül függ még a benne lévő hőmérséklet vízszintes és függőleges eloszlásától, a ciklon földrajzi helyzetétől, az alatta fekvő felszín minőségétől és még sok minden mástól. A néhány száz kilométer átmérőjű trópusi ciklon, azaz a hurrikán (vagy ahogy a Távol-Keleten hívják: tájfun) is a ciklonok családjába tartozik, de ide számítanak az esetenként akár 2-2,5 ezer km átmérőjű, sokkal szelídebb, de bonyolultabb szerkezetű, mérsékeltövi ciklonok is.

# **FELHŐK OSZTÁLYOZÁSA**

## **1. Felhők magassága szerint**

Az alábbi felsorolásban a mérsékelt övi átlagos magasságok szerepelnek.

|                              |                                                                               |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Magas szintű felhők          | 7–13 km magasságúak                                                           |
| Közepes szintű felhők        | 2–7 km magasságúak                                                            |
| Alacsony szintű felhők       | 0–2 km magasságúak                                                            |
| Függőleges felépítésű felhők | alapja átlagosan 500 m, teteje pedig átlagosan 8 km-ig ér fel (zivatarfelhők) |

A felhők anyaga és magassága között szoros kapcsolat van. A magas szintű felhők jégkristályokból állnak, a középszintűek jégkristályokból és túlhűlt vízcseppekből egyaránt, tehát vegyes halmazállapotú felhők. Az alacsony szintűek pedig túlnyomóan vízcseppekből állnak, csupán a téli hónapokban találhatók bennük jég- és hókristályok.

## **2. Felhők alakja szerint**

|                              |                                                                        |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Réteges jellegű felhők       | vízszintes kiterjedésük a függőlegeshez képest nagy                    |
| Gomolyos jellegű felhők      | függőleges kiterjedésük a vízszinteshez képest nagy                    |
| Függőleges felépítésű felhők | amelyeknek mindkét irányú kiterjedése nagy, s nagyságrendje megegyezik |

A felhők alakja szerint azoktól a fizikai folyamatoktól függ, amelyek létrehozták őket. Lassú lehűlés rétegfelhőket képez, a hirtelen gyors lehűlés gomolyfelhőket hoz létre. A felhők alakjának, anyagának, magasságának együttes figyelembevételével a Meteorológiai Világszervezet elkészítette a felhők összesített rendszerezését.

## **3. Felhőfajok**

| Latin név és nemzetközi jel, valamint magyar elnevezés | Rövid leírás                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cirrus (Ci)<br>pehelyfelhő                             | Magas szintű, széttagolt felhők fehér, finom rostokból, fehér vagy túlnyomóan fehér foltokból, esetleg keskeny szalagokból összetéve. A felhők rostos, vagy selymes, ezüstös fényűek is lehetnek. Jégkristályokból áll és a közepes földrajzi szélességeken 5–13 km magasságban képződik. |
| Cirrocumulus (Cc)<br>báránfelhő                        | Fehér folt, felhőlepel, vagy réteg alakjában megjelenő önárnyék nélküli, magas szintű felhő, amely különálló vagy egybeolvadó fodorszerű gomolyokból áll, és többé-kevésbé szabályos elrendeződést vesz fel.                                                                              |
| Cirrostratus (Cs)<br>fátyolfelhő                       | Áttetsző, fehéres felhőfátyol, szerkezete rostos, fonalas vagy sima. Részben vagy egészben eltakarhatja az eget.                                                                                                                                                                          |

Latin név és  
nemzetközi jel,  
valamint magyar  
elnevezés

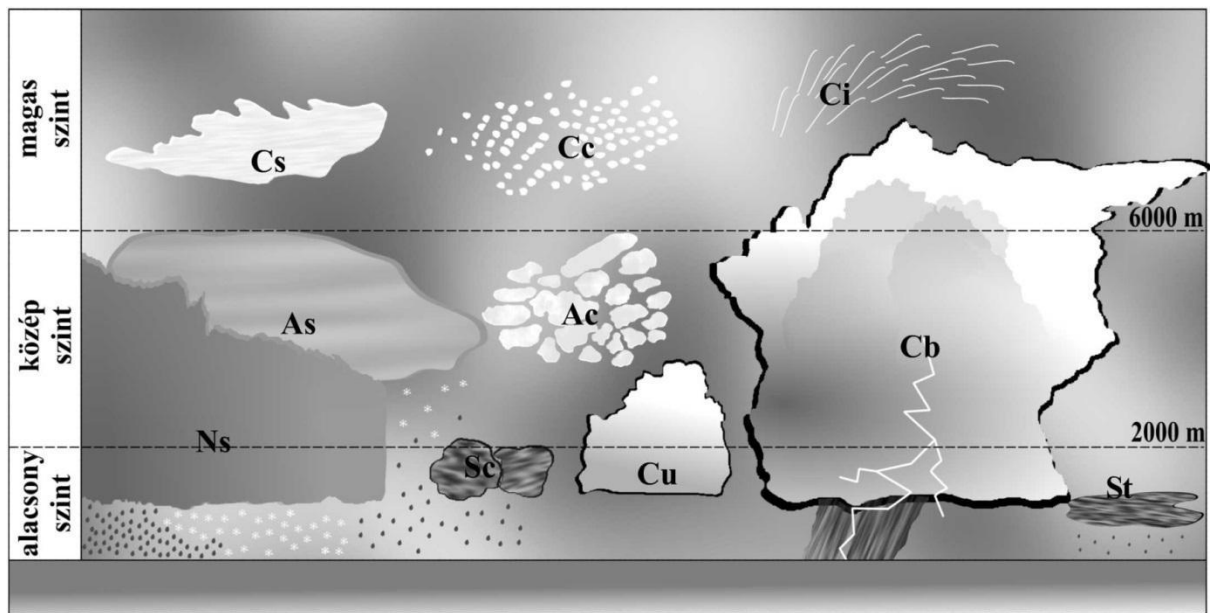
Rövid leírás

|                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Alto cumulus<br>(Ac)<br><br>gomolyfelhő,<br>párna felhő | Fehér, szürke vagy fehéres árnyalatú felhőtakaró, felhőréteg általában önárnyékkal. Elemei lehetnek lemezek, gömbölyded párnák, hengerecskék. Ezek egy része lehet rostos vagy szilárd, amelyek összeolvadhatnak vagy elkülönülhetnek egymástól.                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Alto stratus (As)<br><br>lep felhő                      | Szürkés, kékes felhőlepelként, vagy csíkos, rostos, sima réteg formájában jelenik meg. Részben és egészen is elboríthatja az eget. Egyes részein elég sűrű ahhoz, hogy a Napot úgy elhomályosítja, mintha homályos üvegen át néznénk. Vegyes halmazállapotú felhő, amely esőcseppeket és hópelyheket is tartalmaz.                                                                                                                                                                                                                                         |
| Nimbo stratus<br>(Ns)<br><br>réteges eső felhő          | Szürke, gyakran igen sötét felhőréteg, a folyamatosan hulló eső vagy hó következtében erősen elkent alakokkal. A csapadék a legtöbb esetben eléri a talajt, rendszerint tartós, folytonos esőzés vagy havazás formájában. A Nimbo stratus réteg olyan vastag, hogy teljesen kitakarja a Napot. A felhőréteg alatt gyakran jelennek meg alacsony, tépett foszlányok, amelyek beleolvadhatnak a Nimbo stratusba, de el is különülhetnek tőle.                                                                                                                |
| Strato cumulus<br>(Sc)<br><br>gomolyos<br>réteg felhő   | Szürke vagy fehéres árnyalatú felhőtakaró, felhőréteg, amely majdnem mindig meglehetősen sötét rétegből áll. Mozaikszerűen összetett elemekből, párnákból vagy hengerekből épül fel, amelyek nem rostosak, elkülönülhetnek egymástól vagy egymásba olvadhatnak.                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Stratus (St)<br><br>réteg felhő                         | Általában szürkés színű felhő, elég egyenletes felhőalappal. Hullhat belőle szitáló eső, fagyott eső vagy szemcsés hó. Ha a Nap átsüt a felhőn, körvonalai felismerhetők. Gyakran alakul ki a talajról felemelkedő ködből.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Cumulus (Cu)<br><br>gomoly felhő                        | Különálló felhők, általában sűrűk és éles körvonalúak. Tömb, kupola, torony alakúak és feldudorodó felső részük ragyogóan fehér, míg alapjuk viszonylag sötét és vízszintes. Néha a Cumulusok tépettek. Nyári időszakban főként a nappali besugárzás hatására keletkeznek.                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Cumulonimbus<br>(Cb)<br><br>zivatar felhő               | Vastag, sűrű felhő, tetemes vertikális kiterjedéssel. Alakja oldalról hegységre vagy toronyra emlékeztet. Felső részein sima, rostos vagy barázdált képződmények figyelhetők meg. Csúcsa majdnem mindig sík, lapított, amely gyakran üllőre vagy hatalmas tollpelyyre emlékeztető formában terül szét. Tartalmazhat esőcseppeket, hópelyheket, fagyott esőcseppeket és jégdarabokat. A felhőalapból sokszor jól megfigyelhető csapadékszálak (virga) ereszkednek alá. Csapadék a mindig heves és závorszerű. Kialakulását mennydörgés és villámlás kíséri. |

## Összefoglaló táblázat

| Latin név    | Magyar név  | Jel Szint      |
|--------------|-------------|----------------|
| cirrus       | pehelyfelhő | Ci magas       |
| cirrocumulus | báránypelhő | Cc magas       |
| cirrostratus | fátyolfelhő | Cs magas       |
| altocumulus  | párna felhő | Ac közép magas |
| altostratus  | lep felhő   | As közép magas |

| Latin név     | Magyar név          | Jel Szint             |
|---------------|---------------------|-----------------------|
| nimbostratus  | esőrétegfelhő       | Ns több szintet átfog |
| stratocumulus | gomolyos rétegfelhő | Sc alacsony           |
| stratus       | rétegfelhő          | St alacsony           |
| cumulus       | gomolyfelhő         | Cu alacsony           |
| cumulonimbus  | zivatarfelhő        | Cb több szintet átfog |



### A téli (London-típusú) szmog:

Ipari és városi területeken magas légnyomás, magas páratartalom és  $-3$  és  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  közötti hőmérséklet esetén alakul ki. Kialakulásáért elsősorban a  $\text{SO}_2$ , a por, a koromszemcsék, a kénsavcseppek a felelősek. 1952. december 4-én Londont sűrű köd ülte meg, amelyet a leszálló hideg levegő helyben tartott, s mivel nem volt szél, ez a köd öt napon keresztül egyre vastagabb és vastagabb lett. Ez volt a világ eddigi legnagyobb légszennyezési katasztrófája, 12 ezer főnyire becsülik az áldozatok számát. Ennek a maró hatású szmognak a káros következményei: asztma, halálos kimenetelű tüdőödéma. 1989 januárjában Budapesten és Miskolcon is észleltek hasonló típusú szmogot.

### Fotokémiai (Los Angeles-típusú) szmog:

Ez a típus is a forgalmas nagyvárosokra jellemző, de a londoni szmogtól eltérően nem télen, hanem nyáron, napsütéses időben, nagy gépkocsiforgalom esetén erőteljes. A fotokémiai szmog  $25\text{--}35^{\circ}\text{C}$  hőmérséklet, alacsony páratartalom és alacsony szélsébség esetén jön létre. A jelenség kialakulásáért a gépkocsimotorokból származó nitrogén-oxidok, a szén-monoxid (CO) és a különböző szénhidrogének tehetők felelőssé. A napsütés hatására előbb ózon, majd a fenti vegyületekből reaktív szerves gyökök, végül peroxi-alkil-nitrátok keletkezhetnek. A fotokémiai szmog erősen izgatja a nyálkahártyát, az ózon pedig károsítja a növények leveleit. Ilyen típusú szmogot először 1985-ben észleltek Magyarországon.

**AZ AGROMETEOROLÓGIAI ADATOK ELEMZÉSE**

Az adatelemzés alapfogalmai:

A statisztika fogalma.

A statisztika fogalmát adatokkal foglalkozó gyakorlati tevékenységre vonatkoztatták, másrészt pedig a gyakorlati tevékenység során kapott adatok összességét jellemezték vele. (Az adatok elemzésének módszertana.)

Első sorban adatgyűjtést végez, a kapott adatokat feldolgozza, rendszerezi és tárolja.

Az adat fogalma. Amikor a valóság valamely részére vonatkozóan megfigyelést vagy mérést végzünk, az eredmény többnyire szám formájában adódik. Ez a szám mindig a valóság valamely részéhez kötődik. A kapott, valósághoz kötődő szám is csak akkor válik adattá, ha valamilyen formában rögzítjük. Vagyis az adat felfogható úgy, hogy a megfigyelés vagy mérés „maradandóvá” mások által is hozzáférhetővé vált formája. (Tehát az adat valamire vonatkoztatható.)

Azokat az adatokat, amelyek közvetlenül a valóság jelenségeinek megfigyeléséből vagy méréséből adódnak, alapadatoknak nevezzük. (pl.: termőterület nagysága, terméshozam, lehullott csapadékmennyiség, stb.)

Azokat az adatokat, amelyeket az alapadatokból határozzunk meg, származtatott adatoknak nevezzük. (pl.: középérték, gyakoriság, stb.) De lehet a párolgás is származtatott adat, amennyiben nem mérjük, hanem meteorológiai adatokból számítjuk.

Az adatokat aszerint is meg szokták különböztetni, hogy a valóságot számszerűen jellemzik-e, vagy csupán minőségi megállapítást tartalmaznak. □

Kvalitatív adatok: minőségi megállapítást tartalmaznak (fizikai talajféleség, növényfajta, fenológiai jelenségek)

Kvantitatív adatok: a valóság jelenségeit mennyiségileg jellemzik (év napjainak sorszámozása)

Sokaság és minta. A valóság megfigyelése során, amikor adatokat gyűjtünk, feltételezzük, hogy létezik az adatot szolgáltató egyedek valamilyen jól meghatározott összessége, s minden egyedet különböző tulajdonságok jellemezhetnek. E tulajdonságok közül kiválasztunk egyet, s azon egyedek összességét, amelyek rendelkeznek e tulajdonsággal statisztikai sokaságnak tekintjük.

Statisztikai sokaságot alkotnak az ország összes mezőgazdasági üzei, az egyes gazdaságokban dolgozó emberek, az ott tenyésztett állatok stb. De statisztikai sokaságot alkotnak egy adott gazdaság termelési jellemzői is (pl. a növényfajtánkénti terméseredmények, a területegységenkénti terméseredmények stb.).

A sokaságot, illetve annak egyedeit jellemző tulajdonságokat adatokkal adjuk meg. Ebből a sokaságból valamilyen módon kiválasztunk meghatározott számú egyedet, amelyet statisztikai mintának vagy egyszerűen csak mintának nevezünk. Ennek a mintának a segítségével következtetünk a sokaságra.

## **A HŐMÉRSÉKLETI INFORMÁCIÓK HASZNOSÍTÁSA**

A hőmérsékleti skála megszerkesztésénél fontos szempont az, hogy az alappontokat hogyan választjuk meg. Lehetőleg olyan pontokat kell választani, amelyek nem változnak, s könnyen meghatározhatók. Ilyenek a víz fagyáspontja és forráspontja. Az a nulla pont, ahol olvadó jégbe helyezve a hőmérőt, a hőmérő higanyszála megáll. A forráspontot pedig úgy határozzuk meg, hogy a hőmérő higanygömbjét forrásba lévő víz gőzébe helyezzük. A fagyáspont és a forráspont közötti távolságot Celsius 100, Réaumur (ejtsd: reomür) 80, Fahrenheit pedig 180 egyenlő részre osztotta.

(A higany fagyáspontjánál alacsonyabb értékek mérésére főként alkoholt szoktak használni. Forráspontjánál magasabb értékek mérése esetén pedig a forrás megakadályozására a higany felett nagyobb nyomású gáztöltést alkalmaznak.)

A hőmérsékletmérésnél gyakran használt egységek még a Kelvin fok és a Fahrenheit fok.

A Kelvin fok csupán abban különbözik a Celsius foktól, hogy az előbbinél 0 foknak az abszolút nulla fokot (-273,15 Celsius fok) veszi.

$$\text{Kelvin fok} = \text{Celsius fok} + 273,15$$

$$\text{Celsius fok} = \text{Kelvin fok} - 273,15$$

A Fahrenheit skálán a víz fagyáspontja 32 fok, a forráspontja 212 fok, s a fagyáspont és a forráspont közötti különbséget 180 részre osztja, ez lesz 1 Fahrenheit fok. Mivel  $100/180 = 5/9 = 0,555$ , az átszámítási formula:

$$\text{Celsius fok} = (\text{Fahrenheit fok} - 32) * 0,555$$

Amikor Celsius fokról Fahrenheit fokra számítunk át, akkor természetesen a skálabeosztás arányának megfelelően:  $180/100 = 9/5 = 1,8$  a szorzótényező, azaz:

$$\text{Fahrenheit fok} = (\text{Celsius fok} * 1,8) + 32$$

### Hőmérsékleti jellemzőértékek számítása

Bázishőmérséklet: Az a küszöbhőmérséklet, amely felett a növények képesek élettevékenységet folytatni. □ az az érték, melyen a növények vegetációs tevékenysége megindul.

Ezt az értéket *mérésekkel* úgy határozzuk meg, hogy egyidejűleg mérjük a hőmérsékletet és a fejlődési ütemet. A bázishőmérséklet az a hőmérséklet lesz, amelynél magasabb értékek esetén a fejlődési ütem már nem nulla.

Az *agroklimatológiai analízis* során a rutin megfigyelések hőmérsékleti és fenológiai adatait használjuk. Ezek segítségével összefüggést határozunk meg a fejlődési ütem ( $1/n$ ) és a hőmérséklet között, és bázishőmérsékletnek azt az értéket tekintjük, amelynél az  $1/n = 0$ .

Hőmérsékleti összegek: A hőmérsékleti összegeknek többféle változatát is ismerjük. Közülük a legfontosabbak a pozitív hőmérsékletek összege; az aktív hőmérsékletek összege; az effektív hőmérsékletek összege. (mértékegységük: foknap)

A pozitív hőmérsékletek összege nem jelent mást, mint a nulla fok feletti hőmérsékletek összegét az adott időtartamra vonatkozóan

$$\sum_{t>0} n * t_k$$

ahol  $t_k$  a nulla foknál magasabb napi középhőmérsékletek átlagát jelenti,  $n$  pedig a figyelembe vett időszak napjainak a számát.

Az aktív hőmérsékleti összeg a bázishőmérsékletet meghaladó napi középhőmérsékletek értékeinek összege egy adott időszak folyamán, vagyis  $t_k \geq t_b$  esetén.

$$\sum t_a = n * t_{k \geq t_b}$$

ahol  $t_b$  az adott növényre vonatkozó bázishőmérséklet,  $t_k$  a bázishőmérséklet feletti napi középhőmérsékletek átlaga,  $n$  pedig a figyelembe vett időszak napjainak a száma.

Azért nevezik aktív hőmérsékleti összegnek, mert a növények növekedésére és fejlődésre csak azok a hőmérsékleti értékek hatnak aktívan, amelyek magasabbak a bázishőmérsékletnél.

Ha bázishőmérsékletnek a bekövetkezési időpontjait egy adott termőhely meteorológiai adatai alapján meghatározzuk, akkor a tavaszi átlépési időpont azt a legkorábbi időpontot jelenti, amikor az adott évben egy növényt el lehet vetni, az őszi átlépési időpont pedig azt az időpontot, ameddig az adott növénynek be kell érnie. Ez a két időpont pedig kijelöli azt az időtartamot, amelynek folyamán az adott évben a növényt termesztetni lehet, vagyis a hőmérsékletileg lehetséges vegetációs periódust.

Ha a bázishőmérsékletet próbáljuk beilleszteni a havi hőmérsékleti adatok sorába, akkor tavasszal és ősszel is találunk közöttük két olyan értéket, amikor az egyik alacsonyabb, a másik magasabb a bázishőmérsékletnél. Az egyszerűség kedvéért vegyük a havi középhőmérsékleteket.

Ezeket úgy tekintjük, mint a hónap középső napjához (15-éhez) rendelt értékeket. Ekkor annyit már tudunk, hogy a bázishőmérsékletnél alacsonyabb hőmérsékletű hónap középső napja után, s a bázishőmérsékletnél magasabb középhőmérsékletű hónap középső napja előtt fogja a hőmérséklet a bázishőmérséklet értékét elérni.

Feltételezzük, hogy az egyik hónap középhőmérséklete után a másik hónap középhőmérséklete úgy alakul ki, hogy a hőmérséklet a két érték közötti különbség egy napra eső hányadával változik. S annyi nap múlva következik be a bázishőmérsékletnek megfelelő érték, ahányszor ennek az egy napra eső hőmérsékletváltozásnak meg kell ismétlődnie, hogy az egyik hónap középértékétől ismétlődve elérje a bázishőmérsékletnek megfelelő értéket. A leírtak a bázishőmérséklet tavaszi átlépési időpontjára vonatkozóan a következő matematikai formában jegyezhetők:

$$D_T = D_a + (t_0 - t_a) / (t_m - t_a) * n_a$$

A bázishőmérséklet őszi átlépési időpontja pedig a következő formulával határozható meg:

$$D_O = D_m + (t_m - t_0) / (t_m - t_a) * n_m$$

$D_t$  a bázishőmérséklet tavaszi átlépési időpontjának a január 1-től számított sorszáma,  $D_o$  a bázishőmérséklet őszi időpontjának január 1-től számított sorszáma,  $D_a$  a bázishőmérsékletnél alacsonyabb középhőmérsékletű hónap középső napjának a január 1-től számított sorszáma,  $D_m$  a bázishőmérsékletnél magasabb hőmérsékletű hónap középső napjának január 1-től vett sorszáma,  $t_0$  a bázishőmérséklet,  $t_a$  a bázishőmérsékletnél alacsonyabb hőmérsékletű hónap középhőmérséklete,  $t_m$  a bázishőmérsékletnél magasabb hőmérsékletű hónap középhőmérséklete,  $n_a$  a bázishőmérsékletnél alacsonyabb hőmérsékletű hónap napjainak a száma,  $n_m$  pedig a magasabb hőmérsékletű hónap napjainak a száma.

A hőmérsékletileg lehetséges vegetációs periódus hossza tehát:

$$HLVP = D_0 - D_T.$$

A hőmérsékletileg lehetséges vegetációs periódus ismerete lehetővé teszi számunkra, hogy egy adott termőhelyen egy új növényfajta termesztetőségével kapcsolatban döntsünk, ha ismerjük az adott növényfajtnál a tényleges vegetációs periódus hosszát. A hőmérsékleti adatok és a vegetációs periódus hosszának ismerete tehát lehetővé teszi számunkra, hogy egy adott termőhelyen meghatározzuk: az adott növényfajta termesztethető-e, és ha termesztethető, akkor milyen biztonsággal (milyen kockázattal).

#### Harmatpont

A harmatpont a levegőnek az a hőmérséklete, amelyen az adott hőmérsékletű és nedvességtartalmú levegő a folyékony vízre nézve telítetté válik. A harmatpontnál – a harmatpont-hőmérsékletnél – alacsonyabb környezeti hőmérsékletnél megindul a víztartalom kicsapódása, a kondenzáció.

Vagy: a harmatpont az a hőmérséklet, melyre az adott levegőrészecskének le kell hűlnie, hogy a benne lévő vízgőz vízzé csapódjon ki.

### **A NEDVESSÉGI INFORMÁCIÓK HASZNOSÍTÁSA**

A relatív nedvesség nem más, mint a nedves levegő vízgőznyomásának, illetve telítési vízgőznyomásának hányadosa. Értéke 1 vagy annál kisebb, de általában ennek a százszorosát alkalmazzuk, tehát legelterjedtebb mértékegysége a százalék. Mint ahogy a neve is mutatja, nem adja meg számunkra a levegő abszolút nedvességtartalmát, arról kaphatunk képet, hogy a levegő milyen "távol" található a telítettségi állapotától (azaz, amikor már nem képes több vízgőzt befogadni).

Abszolút nedvesség a térfogategységben (1 m<sup>3</sup>-ben) foglalt vízgőz tömege (kg-ban). Egyfajta sűrűség jellegű mennyiség a vízgőzre vonatkozóan. Mértékegysége kg vízgőz/m<sup>3</sup>. A telítési abszolút nedvesség az a kg-okban kifejezett vízgőzmennyiség, amit 1 m<sup>3</sup>-nyi térfogat be tud fogadni anélkül, hogy a kérdéses vízgőz ki ne csapódna. A telítési abszolút nedvesség értéke egyedül a hőmérséklet függvénye.

### **MAGYARORSZÁG ÉGHAJLATA**

Magyarország a 45°45' és 48°35' északi szélességek között fekszik, nagyjából középen az Egyenlítő és az Északi-sark között, a szoláris éghajlati felosztás szerint a mérsékelt övben. Éghajlata nagyon változékony. A változékonyság egyik fő oka az, hogy éghajlatunkra a kiegyenlítettebb hőmérsékletjárású, csapadékos óceáni, a szélsőséges hőmérsékletű, kevés csapadéku kontinentális, illetve a nyáron száraz, télen csapadékos mediterrán éghajlat egyaránt hatással van.

Magyarország túlnyomó részén az évi középhőmérséklet 10 és 11 °C között alakul. A levegő hőmérsékletének nagytérségű eloszlását befolyásoló legfontosabb tényezők a földrajzi elhelyezkedés, a tengerszint feletti magasság, valamint a tengertávolság.

Magyarországon az évi átlagos csapadék 500-750 mm, de tájaink között jelentős eltérések vannak az éves csapadékmennyiségében.

Az éves csapadékösszeg területi eloszlásában kettős hatás tükröződik, egyrészt a domborzat másrészt pedig a Földközi-tenger hatása érvényesül, de befolyásoló tényező az Atlanti-óceán is. Az évi csapadékösszeg DNy-ról ÉK felé csökken.

## **FELHASZNÁLT IRODALOMAK**

- Varga-Haszonits Zoltán – Varga Zoltán: Agrometeorológia, Mosonmagyaróvár (2006)
- Varga-Haszonits Zoltán – Varga Zoltán: Agrometeorológiai gyakorlatok, Mosonmagyaróvár (2006)
- Varga-Haszonits Zoltán – Varga Zoltán – Lantos Zsuzsanna – Enzsölné Gerencsér Erzsébet: Az éghajlati változékonyság és az agroökoszisztémák, Mosonmagyaróvár (2006)
- Varga-Haszonits Zoltán – Varga Zoltán – Lantos Zsuzsanna: Az éghajlati változékonyság és az extrém jelenségek agroklimatológiai elemzése, Mosonmagyaróvár (2004)
- Anda Angéla – Kocsis Tímea: Agrometeorológiai és klimatológiai alapismeretek, Mezőgazda (2010)
- Károssy Csaba: Léggörten I. Általános meteorológia, Oskar (2004)
- Károssy Csaba: Léggörten II. Földünk éghajlata, Oskar (2005)
- Makra László – Károssy Csaba: Meteorológiai műszerek és mérési módszerek, Oskar (2004)
- URL<sup>1</sup>: [http://met.hu/ismeret-tar/meteorologiai\\_alapismeretek/](http://met.hu/ismeret-tar/meteorologiai_alapismeretek/)
- URL<sup>2</sup>: [http://www.met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/IPCC\\_jelentes/](http://www.met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/IPCC_jelentes/)
- URL<sup>3</sup>: [http://nak.mfgi.hu/sites/default/files/files/NES\\_final\\_131016\\_kikuld\\_kozig\\_egy\\_eztetes.pdf](http://nak.mfgi.hu/sites/default/files/files/NES_final_131016_kikuld_kozig_egy_eztetes.pdf)