

KLIMATOLÓGIA GYAKORLAT

A meteorológia története; fejlődésének fontosabb állomásai

- Ókor: Görögország: sok tudós érdeklődését felkeltette a változó időjárás
- Hippokratész: Éghajlattan c. műve
- Arisztotelész: Meteorológia c. műve
- Középkor: az időjárás tudományos vizsgálatának kezdetei
- XVII. sz. reneszánsz Itália -Galileo Galilei: termoszkóp, folyadékhőmérő, K-i passzát
- 1604 Kepler: zivatar megfigyelést végez Prágában
- 1640 Toscanai Ferdinánd: borszesszel működő hőmérőt szerkeszt
- Leonardo da Vinci: nedvességmérő műszert készít
- 1643 Torricelli: rábeszéli Vivianit a higanyos barométer elkészítésére
- 1660 Guericke: barométerrel gyors nyomáscsökkenést észlel vihar előtt, megkísérli előrejelezni
- 1662 Halley: összeállított egy széltérképet
- 1665 Huygens: a hőmérsékleti skála két alappontjának a víz fagyás ill. forráspontját javasolja
- 1676 Mariotte: magasságmeghatározás barométerrel
- 1686 Halley: térkép a szél globális eloszlásáról
- 1724 Fahrenheit: első fokbeosztásos hőmérője
- 1730 Réaumur: új hőmérsékleti fokbeosztás
- 1735 Headley: ált. földi légkörzés sematikus leírása
- 1736 Celsius: új hőmérsékleti skála
- 1747 Franklin Benjamin: papírsárkánnyal bebizonyítja, hogy a villámlás elektromos kisülés
- 1753 Winkler: villámhárító
- **1780 Societas Meteorologica Palatina, Európa első egységes megfigyelő hálózata**, ennek keretében állomást hoznak létre Budán
- 1783 Edgeworth: forgókanalas szélmérő
- 1783 Saussure: hajszálas higrométer
- 1800 Ritter: felfedezi a Nap ultraibolya sugárzását
- 1802 Humboldt: felfedezi a perui áramlást
- 1805 Beaufort: tapasztalati szélskála
- 1824 August: a párolgás okozta lehülést a nedvességének mérésére használja
- 1835 Coriolis: a földforgás eltérítő erejének vizsgálata
- 1838 Dove: az ált. földi légkörzés sémáját átdolgozza
- 1843 Morse: elkészíti a távirót
- 1846 Maury: globális térképet készít a szél- ill. tengeráramlásokról

- 1851 Megalakul az Osztrák Meteorológiai Intézet
- 1854 Krími háború
- 1855 Le Verrier: Párizsban megszervezi az első, nemzetközi megfigyelő hálózattal működő időjárás-jelentő intézetet
- 1857 Buys-Ballot: bárikus széltörvény
- 1861 Wild: nyomólapos szélzászló
- **1870 megalakul a Magyar Királyi Meteorológiai és Földmágnességi Intézet**
- 1871 Wild: párolgásmérő mérleg
- **1873 Nemzetközi Meteorológiai Szervezet (IMO), Bécs >>> WMO**
- 1876 Rédier: barográf
- 1879 Campbell-Stokes-féle napfénytartam mérő
- 1882/1883 Első Nemzetközi Poláris Év
- 1887 Abercomby: felhőfajták
- 1932-1933 Második Nemzetközi Poláris Év
- **1950 Országos Meteorológiai Intézet >>> (1970-től) Országos Meteorológiai Szolgálat**
- **1951 Meteorológiai világszervezet (WMO)**
- 1957-1958 Nemzetközi Geofizikai Év

A meteorológia napjainkban, intézmények

- **1873 IMO (International Meteorological Organization) - Nemzetközi Meteorológiai Szervezet**
- **1951 WMO (World Meteorological Organization) - Meteorológiai Világszervezet**

Az Időjárás Világszolgálatot (WWW - World Weather Watch) 1963-ban hozták létre. Három alrendszerében koordinálja a meteorológiai és klimatológiai feladatokat:

- Globális Megfigyelő Rendszer
- Globális Távközlő Rendszer
- Globális Adatfeldolgozó Rendszer

Mindhárom alrendszernek három további szintje van: globális, regionális, nemzeti. Különböző globális, regionális és nemzetközi követelményeknek eleget kell tenniük

Meteorológiai állomás, típusai, felépítése, műszerkert

A meteorológiai megfigyelő alrendszer:

- Földbázisú alrendszerre (állomások, léggömbök és rakétaszondák, repülőgépek)
- Űrbázisú alrendszerre (műholdak)

A szinoptikus elv → egyidejű áttekintés elve. Meghatározott mérési időpontok.

Szinoptikus főterminusok	00	06	12	18
Szinoptikus mellékterminusok	03	09	15	21

Bizonyos állomásokon 10 percenkénti észlelés van.

A szinoptikus állomás: szinoptikus elv alapján a jelentéseket azonnal továbbítja.

Nemzetközi állomástípusok

1.Regionális szinoptikus hálózat állomásai

Felszíni és magas légköri szinoptikus megfigyelések

2.Automatikus megfigyelő állomások

Szárazföldön üzemelő személyzet nélküli állomások

3.Óceáni vesztgló hajók, óceáni mérőplatformok

Adott helyen lévő hajók és platformok, meghatározott mérési feladatokat hajtanak végre

4.Kutatóhajók és speciális célokat szolgáló hajók

Ideiglenesen egy bizonyos területen tartózkodnak, különleges mérési programmal rendelkeznek

5.Közlekedő hajók

Kereskedelmi és egyéb hajók, útjuk során meteorológiai megfigyeléseket hajtanak végre, 7000 ilyen hajó van

6.Automatikus óceáni állomások

Lehorgonyzott illetve bójákon sodródó automata állomások

7.Háttérszennyezést mérő állomások

Szennyezéseket mérik, természetes közegben

8.Speciális állomások

9.Repülőre telepített állomások, illetve „úszó” léggömbök

Kereskedelmi repülőgépekre telepített állomások. A léggömbök, pedig adott magasságban követik a légáramlásokkal sodródnak.

A felsorolt állomásokat mindig az adott ország üzemelteti. Az 1-es állomástípus általában kiemelt szerepet tölt be egy ország mérőhálózatában. Azonban hasonló állomásból egy ország többet is fenntart.

A földfelszíni megfigyelések automatizálása napjainkban

A hagyományos földfelszíni megfigyelések a technika fejlődésével túlhaladottá váltak
analóg adatgyűjtés → digitális adatgyűjtés

MILOS 500

A MILOS 500-as valójában egy automata berendezés, ami a szenzorok által észlelt értékeket rendszerezi, majd az országos központ felé továbbítja. Vizuális megfigyeléseket állomásépületben található számítógépen viszik be a rendszerbe

10 percenként: éghajlati jellegű adatok CLIMA

1 óránként: SYNOP távirat

Multilineáris kapcsolattartásra is képes, például Pécs

A rendszerhez **szenzorok** vannak kötve, összesen 46, és ez bővíthető. A szenzorok mindegyike digitális vagy analóg adatokat állít elő és továbbít.

Kétféle alkalmazás: - olyan állomásokon, ahol van észlelő,
- olyan állomásokon, ahol nincs

QCL 50

- A felépítése hasonló a MILOS automatához, de egyszerűbb.

- Kevesebb szenzort képes kezelni és bővíthetősége is kisebb.
- Kommunikációs képességei is szerényebbek.
- Az ilyen rendszerű automaták sorba köthetők egymással.

A mérés elvekben és a gyakorlatban megegyezik, azonos a mérési pontosság, azonos számítógépes rendszer továbbítja az adatokat az országos rendszerbe.

A MILOS 500 és a QCL 50 mérési automaták elérhető pontosságai

Mért paraméter	Elérhető pontosság	MILOS 500	QCL 50
Szélesség	$\pm 0,1$ m/s	+	+
Szélirány	$5,6^\circ$	+	+
Léghőmérséklet	$\pm 0,1^\circ\text{C}$ és $\pm 0,3^\circ\text{C}$	+	+
Légnedvesség	$\pm 3\%$	+	+
Talajfelszín hőmérséklete	$\pm 0,1^\circ\text{C}$ és $\pm 0,3^\circ\text{C}$	+	+
Talajhőmérséklet (5, 20, 50 cm)	$\pm 0,1^\circ\text{C}$	+	+
Csapadék	$\pm 3\%$	+	+
Csapadék detektor	-	+	+
Globálsugárzás	$\pm 2\%$	+	
Légnyomás	$\pm 0,3$ mbar	+	
UV-B sugárzás	$\pm 5\%$	+	
Bitt-szonda (gamma dózis)	-	+	
Jelen idő szenzor	-	+	

Az OMSZ által üzemeltetett állomástípusok

1. Meteorológiai főállomás, Szinoptikus főállomás:

1.1. MILOS 500-al szerelt állomás, ahol észlelést is végeznek

Észlelés 10 percenként klíma jellegű, 1 óránként szinoptikus. Állandó, szakértő személyzet (technikusok), elsősorban az automata karbantartására. 25 ilyen állomás van

1.2. MILOS 500-al szerelt állomás, ahol észlelést nem végeznek

Észlelés 10 percenként klíma jellegű, 1 óránként szinoptikus. Nem tartalmaz vizuális észleléseket. Nincs állandó, szakértő személyzet (technikusok). 11 ilyen állomás van.

2. Éghajlati állomások (QCL 50)

Szélesség, szélirány, léghőmérséklet, légnedvesség, talajfelszín hőmérséklete, talajhőmérséklet csapadék. Az észlelés 10 percenként kerül továbbításra, csak belföldi használatra. Elsősorban klimatológiai célú. Emberi felügyelet csak ritkán, karbantartási célból

3. Csapadékmérő állomások:

800 ilyen állomás van, 06 órakor csapadékmérés.

4. Obszervatóriumok:

4.1. Időjárás radarállomások:

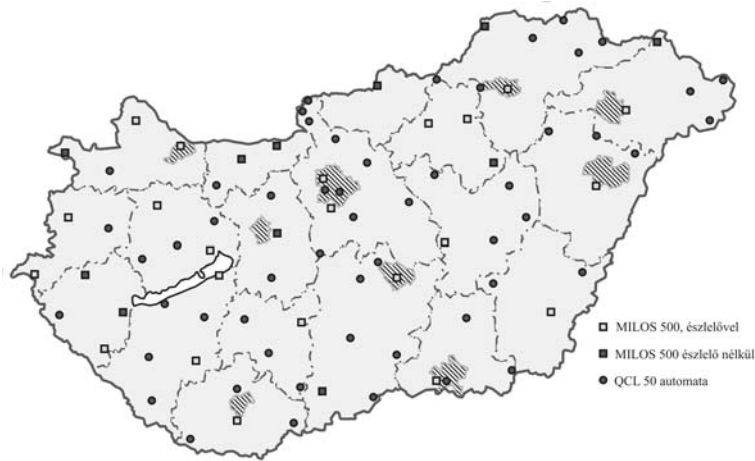
Bp. Ferihegyen, Farkasfán, Nyíregyháza.

4.2. Szinoptikus magas légkörkutató állomások:

Budapesten és (korábban) Szegeden.

4.3. Egyéb speciális állomások:

Agrometeorológiai, Növény fenológiai, Városklimatológiai, Háttérszennyezés mérő, Viharjelző állomás.



Az Országos Meteorológiai szolgálat országos hálózata

A meteorológiában használt műszerek, megfigyelési módszerek

Műszerek nélküli → vizuális (pl. felhő, mikrocsapadék)

Műszeres

Közvetett → (távérzékelésen alapuló)

Közvetlen → földfelszíni

→ magas légköri

A meteorológiában használt műszerek fő jellemzői

- Műszer rendeltetése
- Skálázása
- Méréshatár
- Pontosság
- Tehetetlenség
- Megbízhatóság, tartósság
- Mérete, súlya, elhelyezhetősége
- Bemeneti - kimeneti paraméterek
- Ára

Hőmérséklet

A hőmérséklet a termodinamikai rendszerek intenzív állapotjelzője; mérése két elven alapulhat:

- Térfogatváltozás (hő tágulás), általában higany, de borszesz is használatos.
- Elektromos tulajdonságok megváltozása (ellenállás, termo elektromos feszültség, kapacitás...)

Többféle hőmérsékleti skála van használatban:

Kelvin-skála (abszolút hőmérséklet), ez a hőmérséklet nem más mint az a fizikai állapot, ahol az anyagokat felépítő részecskék mozgása megszűnik.

Celsius-skála, melyet az olvadó jég, és a forrásban lévő víz jelöl ki.

Fahrenheit-skála, aminek a 1709-ben Danzigben mért legalacsonyabb hőmérséklet a nulla pontja ($0\text{ }^{\circ}\text{F} = -17,8\text{ }^{\circ}\text{C}$); a $100\text{ }^{\circ}\text{F} = 37,8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Átváltás: $0^{\circ}\text{K} = -273^{\circ}\text{C}$, $0^{\circ}\text{C} = +273^{\circ}\text{K}$

Mérés

Állomási hőmérő

Skála függőleges; beosztás 0,2°C; leolvasás pontossága 0,1°C; méréshatár +50°C – -40°C; higany van benne.

Maximum hőmérő

Vízszintes skála; 0,5°C-os beosztás; leolvasás 0,1°C-os pontossággal; leolvasást követően le kell rázni; Higany van benne.

Minimum hőmérő

A skála vízszintes; Borszesz van benne; beosztása 0,5°C-os; 0,1°C-os pontossággal kell leolvasni; borszeszen egy 1 cm-es fémpálcika van; a felületi feszültség miatt a borszesz húzni tudja, tolni nem; leolvasás a pálcika felső, ponttal jelzett részénél történik.

Felszíni talajhőmérők

A felszíntől számított 2, 5, 10, 20 cm mély. A skála a talajból kiáll és 150 fokos tompaszögben hajlik.

Mélységi talajhőmérők

Megnagyobbított higanyzsákú állomási hőmérő, 50, 100, 150, 200 cm mélységű talajréteg hőmérsékletének mérésére szolgál.

Termográf

Érzékelője egy bimetál, görbület változásait nagyító áttételek vezetnek át egy írófejre, egy görbét (termogramm) rajzol egy forgó hengerre erősített időbeosztással ellátott papírra; igen pontatlan ($\pm 1^\circ\text{C}$); de állandó az észlelés.

Elektromos hőmérők

$\Delta T \rightarrow \Delta \Omega$, Minden fémekben meghatározott és állandó. Egy ellenállásmérő műszer a szenzor; a kapott értékekből kiszámítható a hőmérséklet. A mért értékek könnyedén továbbíthatók, tárolhatók. Nem szükséges az emberi felügyelet. Íróműszerek állandó adattörögztését a higanyos hőmérők pontosságával.

Termo elektromos hőmérő

Kalibrálása problémás; kis méretű és kis tehetetlenségű; hőmérséklet különbség közvetlen mérésére képes.

Légnedvesség

Mértékegységek

Abszolút nedvesség: Térfogategységnyi nedves levegőben lévő vízgőz tömege [kg/m^3].

Fajlagos vagy specifikus nedvesség: Tömegegységnyi nedves levegőben lévő vízgőz tömege. [kg/kg].

Gőznyomás (párányomás): A nedves levegőben lévő vízgőz parciális nyomása [mb].

Telítettségi gőznyomás: Telített nedves levegőben lévő vízgőz parciális nyomása [mb].

Relatív nedvesség: Megmutatja hogy az aktuális gőznyomás hány százaléka az adott hőmérséklethez tartozó telítettségi gőznyomásnak.

Harmatpont: Az a hőmérséklet, amelynél a nedves levegőben lévő vízgőz kondenzálódik állandó nyomáson.

Telítettségi hiány: Az adott hőmérséklethez tartozó telítettségi gőznyomás és az aktuális gőznyomás különbsége.

Harmatpont depresszió: Az a hőmérsékleti intervallum amennyivel le kell hűtenünk a levegőt, hogy elérje telítettségét.

Meghatározás, mérés

Pszihrométerekkel

August-féle pszihrométer

Két db állomási hőmérőből áll, (egy száraz és egy nedves); az egyik higanyzsákján nedves muszlin anyag van (a leolvasott érték a nedves hőmérséklet); a másik a száraz hőmérő, (a leolvasott hőmérséklet a száraz hőmérséklet). A nedves hőmérő alacsonyabb hőmérsékletet mutat (a párolgás miatti hőelvonás miatt); minél nagyobb a különbség annál szárazabb a levegő. Műszerhez tartozó pszihrométer táblázatból leolvasható a gőznyomás, a relatív nedvesség és a harmatpont értéke. Pontatlan, a szél változó sebessége miatt.

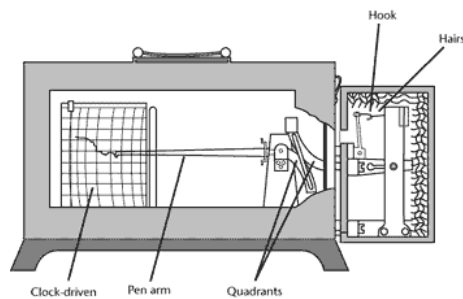
Assmann-féle aspirációs pszihrométer

Az elve megegyezik az előzővel; a hőmérők csőben vannak. A csövekbe az aspirátor 0,2 m/s állandó sebességű levegőt áramoltat. **Használat:** fel kell húzni, majd 1 – 1,5 m magasságba fel kell függeszteni; ezt követően a két hőmérséklet leolvasása után az eljárás azonos az előzővel.

Nedvszívó higrométerek

Higrográf

Működése a termográféhoz igen hasonló, a szenzor egy női hajszál, ami a nedvesség változásával összhangban változtatja hosszát, nedvszívó tulajdonságának köszönhetően. A relatív nedvességet határozza meg, a görbe a higrogramm. Pontatlan.



Higrográf

A membrános higrométerben az aranyüti hártya gondoskodik a nedvesség észleléséről, ami állati gyomorból készült.

Elektromos légnedvesség mérők

Ezen eszközök működése elektromos elven alapul, azonban a nedvszívás is fontos a szenzor működésében.

Lithiumklorid-bevonatú mérőtestek

A szenzor bevonatának az ellenállása változik a relatív nedvesség változásával.

HUMICAP dielektromos nedvességmérő

Nedvszívó anyaga egy fémelektrodra felvitt 1 µm vastagságú dielektromos polimer réteg (film); ezt egy szitaszerű fémelektroda borítja; a polimer réteg vízmolekulákat nyel el → változik a mérőtest kapacitása. A változás a relatív nedvesség változásával arányos.



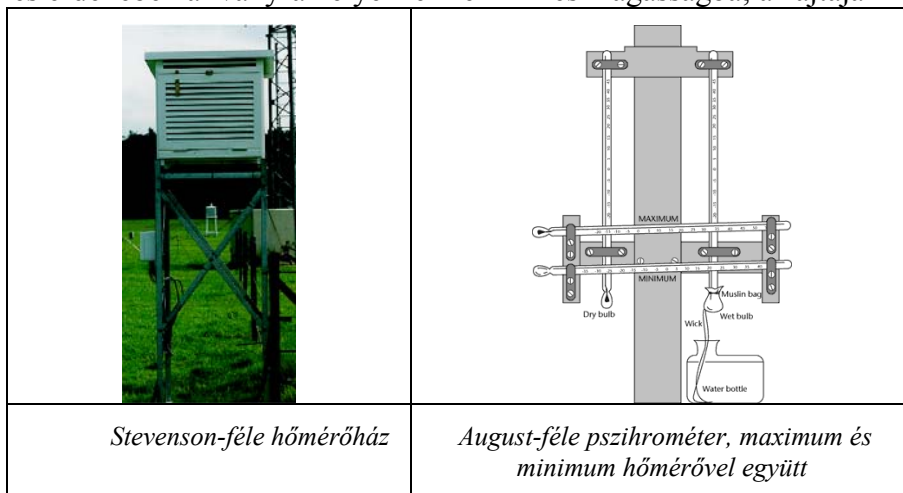
HUMICAP dielektromos nedvességmérő és ellenálláson alapuló hőmérőből álló szenzor

Ez egybe van építve egy elektromos hőmérővel, így a hőmérsékletet is méri; el lehet látni egy a szenzorhoz tervezett sugárvédő pajzzsal, használatos automata állomásokon, vagy mobil méréseken is.

Az állomási mérés helye

Stevenson-féle hőmérőház

Ez egy kettős zszaluzatú, kettős fedelű, kettős fenekű, kívül-belül fehérre festett kis faházak, a jó szellőzés érdekében állványra helyeznek fel 2 m-es magasságba; az ajtaja É-felé néz.



A szél

A levegő mozgásának irányára és nagyságára számos tényező fejt ki hatását. E hatások közül a legfontosabb a levegő sűrűségeloszlásának térbeni változása.

A szél a légmozgás horizontális komponense. Mindig a felszínnel párhuzamosan halad.

A szél vektormennyiség, tehát ismerni kell:

- Az irányát,
- És a nagyságát;

Ez utóbbi alatt az erősségét és a sebességét is érthetjük.

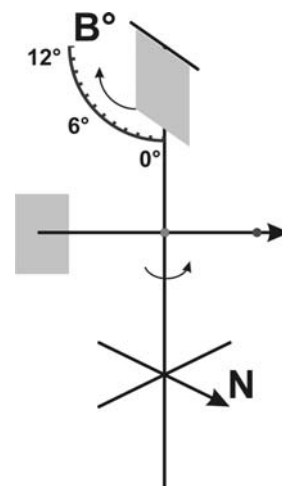
A szél iránya

Azon égtáj alapján azonosítjuk, amely felől fúj.

Wield-féle szélzászló

A szélzászló felépítése, és működési elve a következő:

- Az szerkezet rögzített tengelyen van, melyre feltűntették az égtájakat.
- Egy csukló segítségével, az egész felső rész forogni tud.



- Maga a szélzászló egy egyenes rúd;
- Az egyik végén egy ellensúly,
- A másik végén pedig egy „toll” található;
- A zászló mindig abba az irányba áll be, amelyik irányban a legkisebb a légellenállás, azaz a szélirányba.

E fölött található, egy a zászlóval együtt mozgó szerkezet.

- Minél erősebben fúj a szél, annál jobban kilendül.
- A Beaufort-féle szélskála fokbeosztását feltüntették az ívelt skálán.

A mai napig e szélirány meghatározás így működik, azonban:

- A csuklókba dinamót építettek be, így a műszer elfordulása elektromos áramot indukál,
- Az erősségből ki lehet számolni az elfordulás mértékét.

A szélerősség mérőt már nem használják.

A szél sebessége

A szél sebességét m/s-ban fejezzük ki.

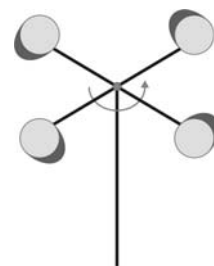
Alapvetően három műszercsoportot lehet elkülöníteni, működési elvük alapján.

Robinson-féle kanalas szélssebesség mérő

Először 4, majd 3 kanállal alkalmazták, a műszer tehetetlensége miatt.

A fordulatszám alapján áttételek segítségével egy skálán mutatja a pillanatnyi szélssebességet.

Mérés közben a fejünk fölött tartjuk a műszert 2 percig és az átlagos értéket jegyezzük le.



Robinson-féle szélút mérő

A műszer a szél által megtett utat méri. [m]

Ezáltal a kapott értékeket át kell számolni [m/s]-ra.

- Három percig kell vele mérni a leírt módon.

- $[m/2min] \rightarrow /120$

- Ez az érték átlagolt, a szélkésések maximális értékei ugyanúgy beletartoznak, min az átlagos szélssebesség.

Anemométerek, anemográfok

Működésük elve a következő:

- A már ismertetett 3 kanalas eszköz egy dinamóra van felszerelve,
- Az áramot fejleszt.
- Az áramerősséget elosztva a feszültséggel megkapjuk a szélssebesség értékét.

Akusztikus szélmérők

Hat darab kettős rendeltetésű egységből áll, mindegyik hangkibocsátó és érzelő eszközzel van felszerelve.

Mindegyik mérőtest hangot bocsát ki.

A levegőben terjedő hang a széliránytól illetve sebességtől függően különböző időeltérésekkel jut el a többi mérőtesthez.

Ezen időeltérések számítógépes feldolgozásának eredményeképpen 3D-s légáramlás vektort kapunk eredményül.



1. ábra Akusztikus szélmérő, 3 mérőtesttel



2. ábra Széliránymérő és anemográf

BEAUFORT szélerősség-, szélesebességskála

Fokozat	Meghatározás	A szél sebessége (km/h)	Vízmélységtől függő hullámmagasság (cm)	A szél hatása	
				a vízben	a szárazföldön
0	szélcsend	0	0	a vízfelület tükör sima	a füst egyenesen száll fel
1	szellő	1...5	2...10	a víz felületén apró fodrok vannak	a szél alig érezhető, a füst gyengén ingadozik
2	könnyű szél	5,8...12	10...20	a víz felületén lapos rövid hullámok	a szél a fák leveleit már mozgatja
3	gyenge szél	13..19	20...30	barázdált vízfelület, kialakult hullámvonalak, ritkás fehér taraj	a szél a fák leveleit erősen mozgatja
4	mérsékelt szél	20...28	30...60	kifejezett hosszú hullámrendszer kis fehér tarajjal	a fák kisebb gallyai állandóan mozognak
5	élénk szél	29...38	60...80	a hosszuhullámok taraja végig habos	a fák nagyobb ágai már mozognak
6	erős szél	39..49	80...100	a hullámhegyek taraja habosan átbukik	a fák nagyobb ágai állandóan erősen mozognak
7	igen erős szél	50...61	100...140	az összes tarajon összefüggő fehér hab, a hullámok taraját felkapja a szél	a kisebb fák törzsei hajladoznak, vékonyabb gallyai letörnek
8	viharos szél	62...74	140...200	hosszú hullámhegyek, közöttük sűrű kis fodros hullámok	az erősebb fák törzsei hajladoznak, nagyobb gallyak letörnek
9	vihar	75...88	140...200	az egész vízfelület porzik, a kikötőkben is erős a hullámozgás	a vihar a gyengébb fákat kidönti, a vastagabb gallyak letörnek, a tetőcserepeket lesodorja
10	erős vihar	89...102	140...200	az egész vízfelület fehéren porzik, a szél a hullámtarajokat letépi, és elfújja	a szél épületeket, tetőket rombol, fasorokat ritkít, erdőket tarol le
11	orkán	103...117	140...200	az egész vízfelület fehéren porzik, a szél a hullámtarajokat letépi, és elfújja	a szél épületeket, tetőket rombol, fasorokat ritkít, erdőket tarol le
12	orkán	118...138	140...200	az egész vízfelület fehéren porzik, a szél a hullámtarajokat letépi, és elfújja	csak a szél irányába lehet menni

Az éghajlatot meghatározó tényezők és a sugárzás

Az éghajlat

A légkör fizikai tulajdonságainak és folyamatainak egy adott helyen, minimum néhány évtizedre tekintve a környezettel és egymással is kölcsönhatásban álló rendszere.

Az éghajlatot meghatározó tényezők

Elsődleges tényezők

- A **Nap elektromágneses sugárzásból származó hőenergia**, ez alakítja ki a szoláris éghajlati övezeteket.
- A felszín anyagi összetétele
- A tengerszint feletti magasság
- Domborzat

Másodlagos tényezők

Az elsődleges tényezők közvetlen hatásai; a vízgőz és a hőenergia szállításában fontos a szerepük.

- A nagy földi légkörzés
- Tengeráramlások

A valós éghajlati övezetek

A szoláris éghajlati övezeteket a következők módosítják: szárazföld – tenger arány; domborzat, szélrendszer. Az ezen hatások által befolyásolt éghajlati övök a valós éghajlati övek.

A földrajzi övezetesség

Mutatkozik a klímában, természetes növényzetben, állatvilágban, a folyók vízjárásában, a külső erők munkájában. A talajképződésben (az éghajlat és a növényzet közvetítésével). Az övezetek kialakulásának fő oka a **Napból érkező sugárzás egyenlőtlen eloszlása** a Földön.

Az elektromágneses sugárzás tulajdonságai:

- Minden irányban terjed a forrásából, a légüres térben is, azaz közvetítő közeg nem szükséges.
- A hőenergiává alakuláshoz anyag szükséges.
- Anyagi és hullámhossz természete is van.

A **hullámhossz** a két szomszédos hullámcsúcs távolsága. λ [μm]

A **frekvencia** az adott idő alatt elhaladó hullámcsúcsok száma. ν

A kettő között fordított arány jellegű kapcsolat áll fenn.

Sugárzási törvények

Minden sugárzási törvény az úgynevezett abszolút fekete test állapotra készült, ami annyit jelent, hogy a testet idealizálva tekintjük, azaz úgy vesszük, hogy a test az összes elnyelt sugárzást maradéktalanul vissza is sugározza. Ilyen test nincs, de ezen állapotot megközelítő test sok van, illetve a számításainkhoz elegendő az ilyen pontosság.

Plank törvény: A Plank törvény kimondja, hogy az adott hullámhosszhoz tartozó energia a hullámhossz és a hőmérséklet függvénye. Azaz: $E\lambda = f(\lambda, T)$.

Kirchoff törvény: Kimondja azt, hogy ha valamely test T hőmérsékleten és λ hullámhosszon $e(\lambda, T)$ mennyiségű bocsát ki magából és ugyanilyen feltételek mellett $a(\lambda, T)$ mennyiségű energiát nyel el.

$$\frac{e(\lambda, T)}{a(\lambda, T)} = E(\lambda, T)$$

Stefan-Boltzmann törvény: Stefan-Boltzmann törvény szerint a kisugárzott összes energiamentiség csak a sugárzó test abszolút hőmérsékletétől függ, annak negyedik hatványával arányos.

$$E[J \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}] = \sigma T^4; \text{ ahol } \sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} J \cdot m^{-2} \cdot s^{-1} \cdot K^{-4}$$

Wien-féle törvény: Azaz a sugárzás eltolódási törvény szerint a maximális sugárzás hullámhossza a rövidebb vagy hosszabb hullámhossz-tartományokba tolódik el a sugárzó test hőmérsékletének függvényében.

$$\lambda_{\max} [\mu m] = \frac{2884}{T}$$

A sugárzás mérése

A sugárzás mérésére különféle szenzorokat fejlesztettek ki, annak megfelelően, hogy milyen hullámhossz-tartományba eső sugárzást kell megfigyelni.

Pirheliométerek

Ezek a Nap közvetlen sugárzását mérik. Több típusuk van.

Angström-féle kompenzációs pirheliométer, amiben található egy termoelem melyre a fényt ráengedve elektromos áram indukálódik, és az itt indukálódó áram nagysága arányos a sugárzás-fluksussal.

A műszer egy teleszkóphoz hasonló és pontosan a Napkorongra kell irányítani. Általában más műszerek hitelesítésére használják. **Direkt sugárzást** mérik.

Piranométerek

A piranométerek a globál sugárzás mérésére szolgálnak, azaz a Nap és az égbolt együttes sugárzását mérik. Érzékelőjük vízszintes és az érzékelő felületét a teljes félgömbi tartományból érkező sugárzás szabadon éri. Az érzékelő két koncentrikus ezüstgyűrűből áll, a belső feketére, a külső fehérre van festve; a két gyűrű hőmérsékletkülönbségét egy úgynevezett termooszlop méri. Az itt ébredő termofeszültség arányos a beérkező rövidhullámú globálsugárzással. **Direkt és szórt** sugárzást mérik.

A **szórt sugárzás mérésére** olyan piranométereket alkalmaznak, melyen a megfelelő szögben egy 4°-szélességű árnyékoló gyűrűt szerelnek fel, ami kitakarja a napot.

Ha még egy ugyanilyen piranométert szerelünk fel az előzőtől elérően úgy, hogy érzékelője a felszín felé néz, akkor az az által felfogott értékek megegyeznek a felszínről visszavert Napsugárzás értékeivel. A kettő különbsége adja a napsugárzás vagy a rövidhullámú sugárzás egyenlegét. Ezt más néven albedométernek is nevezhetjük.

A fent említett két elem hányadosa az albedó, így egyazon műszerekkel már ez is mérhetővé vált.

Pirradiométerek

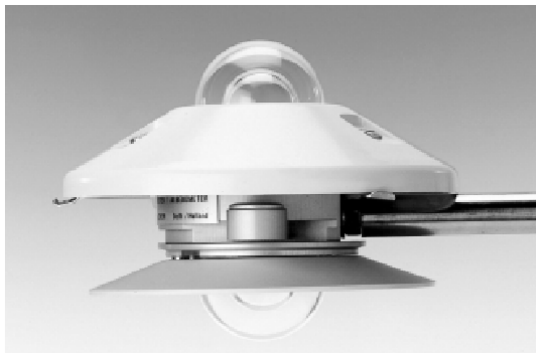
A **hosszúhullámú sugárzás** érzékelésére szolgálnak. Matt fekete szenzorral rendelkeznek (alsó és felső részükön), a szenzor képes felfogni a 0,3 μm – a 100 μm spektrumtartományba eső sugárzást.



Piranométer a globálisugárzás mérésére



Piranométer a direkt sugárzás mérésére



Albedométer



Piranométer a szórt sugárzás mérésére

Csapadék, osztályozás, mérés

A **csapadék**on cseppfolyós, vagy szilárd halmazállapotú vizet értünk, amely a légkör bizonyos rétegeiből, (többnyire a felhőkből) hull alá a felszínre elérve.

Nem hulló csapadékok gyűjtőnéven foglalhatjuk össze a harmatot, deret, zúzmarát, és egyéb légköri vízjelenségeket, pl. virga (egy felhők alján mutatkozó látszólagos csapadéksáv).

Mikro csapadékok

A **harmat** a vízcseppcsekék közvetlen kiválása a kisugárzás következtében lehűlt vízszintes felületeken; kicsapódásának oka, hogy a levegő elérte a harmatpontját.

A **dér** az apró jégkristályok közvetlen kiválása a kisugárzás következtében fagypontra hűlt vízszintes vagy közel vízszintes felületeken; 0°C alatt jön létre.

A **zúzmarra** 0°C alatti hőmérsékleten, ködsemekekből történő, fehér, kristályos vagy durva lerakódás, többnyire függőleges felületen. Kialakulásának oka, hogy egy hideg, nedves légtömeg foglalja el a területet (hideg légpárnás helyzet); majd a tetejére siklik egy melegfront (ami nedvesebb), majd elkezd keveredni, nedvességtartalma kicsapódik a függőleges tereptárgyak felületén.

A mikro csapadékokat nem szokták mérni, kivéve a zúzmarát, de annak mérése sem elterjedt. A mikro csapadékok esetén csak azok létét, avagy hiányát figyelik meg.

Eső (= csendes eső): Vízcseppek mérsékelt gyors hullása, (átmérőjük kisebb 0,5 mm-nél) gyenge szellő nem téríti el őket a függőleges iránytól. A hullás intenzitása mérsékelt ütemben, vagy egyáltalán nem változik.

Ónos eső: Fagypontra alatti hőmérsékletnél a talajon vagy tárgyakon megfagyó és jégbevonatot képező eső, vagy enyhe légrétegekből fagyos levegőrétegeken áthulló, túlhűlt esőcseppek, melyek a talajon vagy tárgyakon azonnal megfagynak, és jégbevonatot képeznek.

Havazás: Hatszögű kristályokból álló pelyhek hullása. Intenzitása lassan változik.

Zivatar: A „zivatar” szó alatt a meteorológiában, eltérőleg a köznyelvtől, kizárólag a dörgéssel, villámlással járó elektromos jelenségeket értjük. Tehát akár hullik csapadék, akár nem, akár vannak erős széllekedések, akár nem, zivatar akkor van, amikor mennydörgés hallható.

Zivatar alkalmával a heves függőleges mozgások hatására ellentétes elektromos töltésű felhőcellák alakulnak ki, és időnként elegendően közel kerülnek egymáshoz ahhoz, hogy megtörténjen a kisülés.

Ilyenkor – nappal, csak ha közelről figyeljük, éjjel viszont 6-10 km-es távolságból is – villámlást látunk.

A villámlás keskeny, cikk-cakkos alakú csatornában lezajló, elektromosan töltött részecskék áramlása. Az erős áram hatására a levegő pillanatok alatt felforrósodik, és robbanásszerűen tágul, ezért hallunk mennydörgést – mivel a hang a fénynél lassabban terjed, mindig csak a villámlást követően.

Nagy potenciálkülönbségek alakulnak ki a zivatarfelhő alja és a talaj között is, ezért a kisülések egy része a felszíni tárgyak és a zivatarfelhő között zajlik (villámcsapás).

A zivatarok megfigyelése és előrejelzése kiemelt szerepet kap a meteorológiában, hiszen a mérsékelt övben ezen képződmények okozzák a legtöbb anyagi kárt.

Csapadék mérése

A csapadék mérésének két célja van:

- adott időintervallum alatt lehullott csapadék területi eloszlásának vizsgálata;
- bizonyos helyeken a csapadék időbeni eloszlásának vizsgálata.

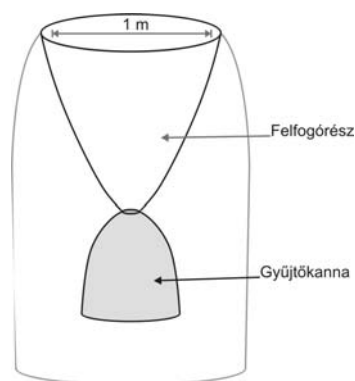
A csapadék mennyiségét annak a vízrétegnek a magasságával fejezzük ki, amely a teljesen sima és vízszintes talajfelszínen állna a csapadékhullás után, ha nem folyna el és folyna hozzá, szivárogná és párologna el víz.

Havazás esetén a havat elolvastva kapjuk meg ezen értéket; átlagosan 1 cm vastag hóréteg 1 mm csapadékot fejez ki.

A csapadék mennyiségét mm-ben fejezzük ki 0,1 mm-es pontossággal. 1 mm csapadék, 1 m² területen 1 l vizet jelent.

A csapadék észlelése a főállomásokon 6 óránként történik.

Hellmann-féle kettősfalú csapadékmérő



Hellmann-féle kettősfalú csapadékmérő

A mérést a műszerrel 6⁴⁵ és 7⁴⁵-kor végzik el az előző 24 órára vonatkozólag.

Hó esetében tesznek rá egy fedőt, majd az állomás épületében megvárják, hogy leolvadjon; azonban e mellett a hóréteg vastagságát is kell mérni.

A hóréteg vastagságát cm-ben mérik. Minden állomáson három meghatározott helyen (távol az épülettől, kerítéstől, stb.), majd a három értéket átlagolják.

Billenő csészés csapadékfelfogó

A szerkezet két csészéből áll, és két helyzetet tud felvenni.

A csapadék az egyik csészébe hullik, ahogy eléri egy bizonyos szintet a csészében az lebillen, belőle a csapadékvíz elfolyik, és a másik csészébe kezd gyűlni a víz.

Minden átbillenés egy higanykapcsolót aktivál, és ezáltal digitális jeleket generál. Általában a csészék töltőtér-fogata $12,5 \text{ cm}^3$, ezáltal a csapadékot $0,25 \text{ mm}$ -es fokozatokban méri átbillenésenként.



Billenő csészés csapadékfelfogó

Légnyomás, mérése

Nyomáson egységnyi felületre ható erőt értünk. Az erő mértékegysége a N, azaz kg ms^{-2} ; amelyből a nyomás mértékegysége a pascal származtatható a következő módon: $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N m}^{-2}$.

A légnyomásnak több mértékegysége ismeretes, ezeket így foglalhatjuk össze:

1 Pa	1 bar	1 mbar	1 Hg mm (1 torr)
-	100 000 Pa	100 Pa	133,322 Pa
0,000 01 bar	-	0,001 bar	0,001 333 2 bar
0,01 mbar	1 000 mbar	-	1,333 2 mbar
0,007 500 64 Hg mm	750,075 Hg mm	0,750 075 Hg mm	-

A légkör bármely pontjában a légnyomás megegyezik a felette lévő levegőoszlop súlyával.

A fizikában használatos normál légköri nyomás értéke $101\,325 \text{ Pa} \approx 760 \text{ Hg mm}$, ami közelítőleg megfelel az átlagos tengerszinti légnyomásnak.

A légnyomás átszámítása

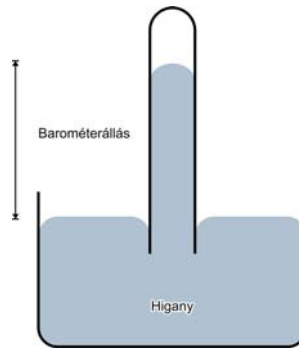
A műszerekkel mért légnyomást át kell számítani bizonyos magasságra, általában a tengerszintre. Erre azért van szükség, hogy a mért értékek összevethetők legyenek.

A légnyomásmérés eszközei

- ⊕ Folyadékos barométerek
- ⊕ Aneroid (folyadék nélküli) barométerek
- ⊕ Forráspontmérők (hipszométerek)

Folyadékos barométerek

A folyadékos barométerek működési elve a Torricelli-kísérlet elvén alapul.



Számos barométer létezik, működési elvük azonos, csak részleteikben térnek el egymástól.

Az állomási barométer egy kompenzált skálával rendelkező barométer.

A kompenzációs skála az üvegcsőben lévő higany keresztmetszetének és a tálban lévő higany felületének figyelembevételével készül el. Erről a skáláról számítás nélkül olvasható le a barométerállás.

A pontos leolvasást segíti a csavarral rögzíthető nóniusz.

Aneroid barométerek

A különböző nyomású terek elválasztó falaira a nyomáskülönbség miatt erők hatnak.

Ha a válaszfal rugalmas, akkor a nagyobb nyomás irányából benyomódik.

Ha egy zárt fémdobozt készítünk, amiben vákum van, akkor a külső légnyomás az edény falait befelé nyomja, ezt az erőt egy erős rugóval kompenzáljuk.

Ilyen elven működnek a Vidi-dobozos aneroidok.

A nyomásváltozás a doboz méretváltozását fogja eredményezni, ezt megfelelő áttételeken keresztül egy mutatóra vezetve már leolvashatóvá válik a nyomás értéke.

Barográfok

A barográfok működési elve azonos az imént leírtakkal, avval a különbséggel, hogy a mutatót egy író toll helyettesíti, amit egy órahengerre vezetnek.

A nyomásváltozás azonban igen csekély, ezért több Vidi-dobozt építenek össze a változás mértékének növelése céljából.

Forráspontmérők (hipszométerek)

A folyadékok forrása a légnyomástól függően különböző hőmérsékleten következik be, mégpedig azon, amelyen az adott folyadék gőzének a nyomása egyenlővé nem válik a külső gőznyomással.

Bizonyos képletbe behelyettesítve kiszámítható, hogy 1 mbar légnyomás változáshoz mekkora forráspont hőmérsékletváltozás tartozik, és ez a hőmérséklet már mérhető.

Az alacsony légnyomástartományokban tesz lehetővé pontos mérést, ezért eredetileg magasságmérésre használták, a neve is innen származik.

Felhőzet, osztályozás, észlelés

A légkör azon részét, ahol a vízcseppek (jégkristályok) olyan mennyiségben, sűrűségben vannak jelen, hogy a fény útjában akadályt képeznek, felhőnek nevezzük.

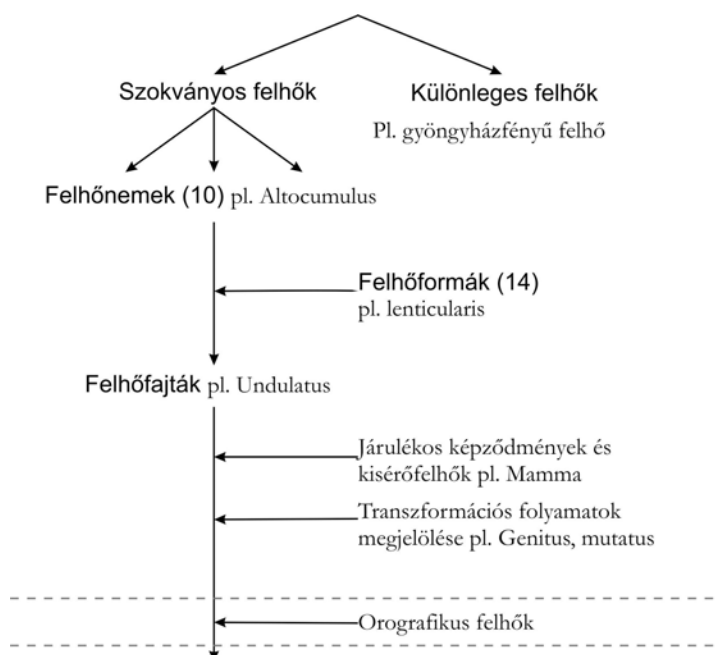
A felhőzet csoportosítása

A felhőzetet két szempont alapján csoportosíthatjuk; az egyik a magasság a másik a szerkezet.

A magasság alapján történő csoportosítás alkalmazásával négy csoportot különíthetünk el egymástól: alacsony-, közép magas-, magas-szintű felhők, illetve vertikális kiterjedésű felhők.

A szerkezet szerinti csoportosítva a felhőket, megkülönböztethetünk gomolyfelhőket (melyeknek vertikális kiterjedése nagyobb mint horizontális kiterjedése); valamint réteges felhőket (melyek horizontális kiterjedése jóval nagyobb mint a vertikális).

A felhőfajták osztályozási rendszere



A szokványos felhők keletkezése valamely meteorológiai, légkörfizikai jelenséggel kapcsolatos. Olyan jelenség hoz létre felhőt, ami kondenzációt eredményez. Ilyen lehet a feláramlások (konvektív, vagy orografikus feláramlás); a frontális folyamatok; valamint az adiabatikus folyamatok (egyensúlyi helyzet megváltozása).

A tropopauzában található hőmérsékleti inverziós réteg miatt a felhők, és a levegő nem tud annál feljebb áramolni, Magyarországon ez a magasság 12 km, a trópusokon 18 km.

<i>A felhőemeletek magassága övezetenként</i>			
Emelet	Poláris övezet	Mérsékelt öv	Trópusok
Magas (H)	3-8 km	2-13 km	6-18 km
Közepes (M)	2-4 km	2-7 km	2-8 km
Alacsony (L)	2 km alatt	2 km alatt	2 km alatt

Felhőnemek

Magas szintű felhők (≈ 6000 m)

Cirrus (péhelyfelhő): jégkristályokból áll, csapadék nem várható.

Cirrostratus (Magas szintű rétegfelhő): jégkristályokból áll, csapadék nem várható; halo jelenségeket produkálhat, ami valójában egy fénytörés.

Cirrocumulus (Magas szintű gomolyos rétegfelhő): ennek a köznapi neve a báránnyfelhő, jégkristályokból áll, csapadék nem várható.

Középmagas szintű felhők (≈ 3000 m)

Altostratus (középmagas rétegfelhő): belőle gyenge szitálás lehetséges.

Alto cumulus (középmagas szintű gomolyos rétegfelhő): csapadék nem várható.

Alacsony szintű felhők ($\approx 0-3000$ m)

Stratus (=alacsony szintű rétegfelhő): Ha a talaj közelben van és emiatt a látástávolság 1000 m alá csökken akkor ködnek nevezzük. Magassági ködről vagy stratus szitálásról akkor beszélhetünk, ha a felszín fölött pár tíz méterrel található, és kevés csapadékot ad szitálás formájában. Egyik fajtaból sem várható sok csapadék.

Cumulus humilis: kis fehér gomolyfelhők, egymástól távol, csapadék nem várható. (9. óra)

Cumulus mediocris: nagyobb felhők és majdnem összeérnek, csapadék még nem várható. (10-11 óra)

Cumulus congestis: a felhők összeérnek, 1-2 csepp eső már hullik belőlük, a horizont sötétedik. (12-1 óra)

Cumulonimbus calvus: nagy intenzitású závorszerű csapadék hullhat alá belőle. Ha van egy dörgés vagy egy villámlás akkor zivatarról kell beszélnünk, a csapadéktól függetlenül.

Cumulonimbus capillatus: üllő formájú zivatarfelhő, a csapadék továbbra is závorszerű.

Stratocumulus: csapadék belőle nem várható, nem más mint egy összeroskadt cumulonimbus.

Nimbostratus (esőrétegfelhő): sötét szürke színű, az egész horizontot eltakarja, egyenletes nagy területű csendes esőt ad, főleg frontokhoz kötődik.

Felhőzet mennyiségének meghatározása

A felhőzet mennyiségét a borultsági fokban lehet meghatározni, amelyet az égbolt felhők általi lefedettségével fejeznek ki. A mértékegység az okta azaz 1/8-ad. Ha 8 okta a borultság, akkor sehol sem látszik a kék égbolt, a 0 okta borultság, pedig a felhők hiányát jelenti, és így tovább. Az észlelés vizuálisan történik a meteorológiai állomáson, nagy szakértelmet és gyakorlatot kíván.

A felhőradar szintén alkalmas a felhőzet mennyiségének a mérésére. Szintén a felhőzet megfigyeléséhez használt eszközök a celinométer (Ferihegyen található, az alacsony szintű felhőzet magasságát méri), a nefoszkóp (felhőgereblye, ami a felhő haladási irányát vizsgálja), illetve szintén a felhőalap magasságát vizsgálják a különféle felhőfényszórók (a látható fény tartományában illetve lézerefény kibocsátásával).