

## METEOROLÓGIAI ALAPISMERETEK

### Bevezetés

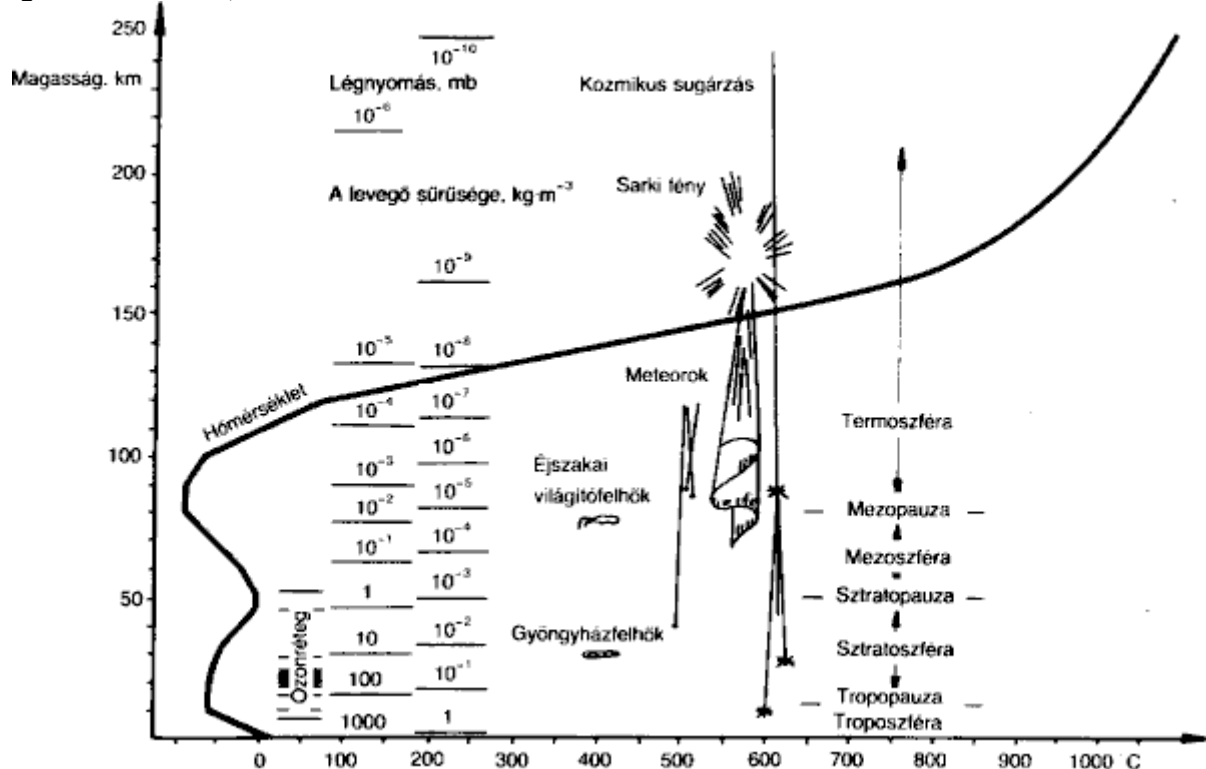
A meteorológia szó görög eredetű, a *meteora* és a *logos* szavak összetételéből keletkezett, jelentése az ég és föld között lejátszódó jelenségek tudománya. Eredetileg ebbe beleértették a csillagászatot is, ma alapvetően a légköri jelenségekkel foglalkozik. Ebből is látható, hogy a meteorológia nem pusztán az időjárás előrejelzéssel foglalkozik, hiszen a meteorológián belül több szakterület alakult ki, többek között az éghajlat (klimatológia), repülésmeteorológia, biometeorológia, agrometeorológia, előrejelzés, levegőkémia.

A légkörrel foglalkozni azért lényeges, mert a légkörben élünk és ezért változásai nagymértékben befolyásolják életünket. Túra közben is állandóan hatással van ránk, segítheti, nehezítheti a kitűzött túra végrehajtását. Egy-két alapvető ismeret birtokában könnyebben tudunk cselekedni, szervezni, a bekövetkező hirtelen változások nem érnek minket olyan váratlanul. Ennek ellenére nem felesleges kikérni szakképzett meteorológus véleményét is a várható időjárásról, meghallgatni a különféle médiákban (rádió, tévé, telefon, stb.) a kiadott hivatalos meteorológiai előrejelzést.

Az *időjárás fogalmára* természetesen számtalan meghatározás született már, ezek közül itt kettőt ismertetünk.

1. Az időjárás egy adott helyen, rövidebb időszak alatt a környezettel állandó kölcsönhatásban levő levegő egymáshoz kapcsolódó tulajdonságainak és folyamatainak rendszere.
2. Valamely földrajzi ponton illetve belátható környezetében egyidejűleg észlelhető és mérhető bizonyos tényezők (felhőzet, csapadék, szél, hőmérséklet, légnyomás, látástávolság, stb.) összessége és időbeli változása.

### A légkör összetétele, szerkezete



A Föld sugara a középponttól a felszínig kb. 6370 km, e fölött helyezkedik el az ehhez képest vékony légkör. A légkör felfelé ritkulva megy át a bolygóközi térbe, külső határát nehéz meghatározni, kb. 1000 km. A légkör fele helyezkedik el 5 km alatt, 99 %-a 30 km alatt, de az össztömege a Föld tömegének csak mintegy 1 milliomod része.

A légkör 78 térfogat % *nitrogénből*, 21 % *oxigénből*, 0.9% *argonból* és 0.1 % egyéb gázból áll. Ez a 0.1% egyéb *nemesgázokat*, *vízgőzt*, *szén-dioxidot*, *ózon*, *kén-dioxidot*, *nitrogén-oxidokat*, *port*, stb. tartalmaz.

A *szén-dioxidról* az utóbbi években sokat hallani, mivel üvegházgáz, ami azt jelenti, hogy a Föld hőmérsékleti sugárzását visszaveri és ezáltal melegíti a Földet. A *vízgőz* és a *metán* is üvegházgáz, viszont

a szén-dioxid mennyisége az ipari forradalom óta olyan jelentős mértékben megnövekedett, hogy megváltoztathatja a Föld éghajlatát.

Az *ózon* kapcsolatban meg kell jegyezni azt, hogy főként a 25-30 km-es magasságban fordul elő, elnyeli a káros ultraibolya sugárzást és ez teszi lehetővé a földi életet. Sajnos ez az ózonréteg az utóbbi évtizedekben a káros emberi tevékenység következtében nagyon elvékonyodott, ami a káros ultraibolya sugárzás megnövekedését okozza. Másrészt az ózon megtalálható a talaj közelében is, főként nagyvárosokban. Az ózon mérgező gáz, tévhit, hogy az "ózendús" levegő egészséges. A felszín közeli ózon mennyisége növekedést mutat, ami szintén kedvezőtlen folyamat. Az ózonnak jellegzetes illata van, ilyet lehet érezni például zivatar után, mert a villámláskor is keletkezik ózon.

A *vízgőz* főként a felhő-, csapadékképződés szempontjából fontos, ugyanakkor fontos üvegházgáz is. Az emberiség által termelt *nitrogén-oxidok* és a *kén-dioxid*, *kén-trioxid* felelős a savas eső kialakulásáért, ózonréteg bontásánál katalizátor szerepét töltik be.

A levegőben azonban nemcsak gázok, hanem folyékony cseppek illetve szilárd részecskék is előfordulnak, mindezek együttese, keveréke alkotja a minket körbevevő levegőburkot.

A légkörben mintegy 90-100 km-es magasságig az fő alkotógázok százalékos aránya kb. állandó, ezért ezt az alsó réteget *homoszférának* is nevezzük. E magasság fölött a gázok részaránya már a magassággal változik, az összetevők molekulatömege szerint rendeződnek. A légkör ezen részét ezért *heteroszférának* is nevezik.

A légkört több tartományra (gömbhéjak) oszthatjuk, melyek jellemzői eltérnek egymástól. A talajfelszínen a földi átlaghőmérséklet a szén-dioxid üvegházhatásának következtében 15 °C. Ez mintegy 30 °C-kal melegebb, mint a szén-dioxid, illetve vízgőz jelenléte nélkül lenne.

A légkör talajfelszínnel közvetlenül érintkező rétege a *troposzféra*. Ennek vastagsága Magyarország fölött átlagban 11 km, télen 8-10 km, nyáron 12-14 km. Itt játszódik le az időjárási folyamatok többsége, e rétegben jelentős függőleges áramlások is vannak, itt keletkeznek a felhők, itt található a vízgőz legnagyobb része. A hőmérséklet a magassággal általában csökkenést mutat. A troposzféra tetején ez a csökkenés megáll, a hőmérséklet értéke nem változik, kb. -56 °C. Ez a *tropopauza*, ami elválasztja a troposzférát a fölötte következő rétegtől.

A troposzféra fölötti réteget *sztratoszférának* nevezzük, ami kb. 50 km magasságig terjed. Itt a hőmérséklet a magassággal növekszik. A sztratoszférában helyezkedik el az ózonréteg, ami rendkívüli vékony. Az itt felhalmozódott ózon a talajfelszíni légneműsége csupán 3 mm vastag lenne. A sztratoszféra tetején a *sztratopauzánál* a hőmérséklet kb. -2 °C.

A sztratoszféra fölött következő *mezoszférában* a hőmérséklet a magassággal csökken. A *mezopauza* kb. 80 km-es magasságában a hőmérséklet -93 °C. Az ezután következő *termoszférában* először növekszik, majd állandó a hőmérséklet. A *termopauza* 800 km-es magassága fölött található az *exoszféra*, ahol a légkör fokozatosan átmegy a bolygóközi térbe.

### **A napsugárzás**

A Naptól érkező elektromágneses sugárzás nagy fontossággal bír, mert ez látja el energiával a légkört, ez hozza mozgásba, ezért gyakran nevezik a napsugárzást a "légkör motorjának". A napsugárzás különböző hullámhosszú sugárzásból tevődik össze, a sugárzás erőssége a különböző hullámhosszakon más és más. A napsugárzás legintenzívebb tartománya a látható fény tartománya (0.4-0.7  $\mu$ m), ezért érzékeny az emberi szem erre az intervallumra.

Az a napsugárzás mennyiségét, ami a légkör felső határán 1 m<sup>2</sup> területre 1 másodperc alatt esik, *napállandónak* nevezzük, értéke 1390 W/m<sup>2</sup>. A napsugárzás a légkör tetejére érkezik, majd belép a légkörbe. Ekkor visszaverődik, elnyelődik, szóródik a felhőkön, gázmolekulákon, felszínen. A felszínen elnyelt sugárzás kevesebb, mint fele a légkör tetejére érkező sugárzásnak. Az elnyelt sugárzástól a felszín felmelegszik.

A levegő felmelegedése alulról történik, ami azt jelenti, hogy a felszín melegíti fel a fölötte elhelyezkedő levegőt. A levegő saját sugárzáselnyelő hatása miatti felmelegedése kicsi. Tehát a beeső sugárzás felmelegíti a felszínt és a felszín melegíti fel a közeli levegőréteget.

A felmelegedés mértéke több tényezőtől is függ.

- A beeső sugárzás intenzitásától. Minél erősebb a besugárzás, annál jobban melegszik a talaj és így fölötte a levegő. Felhős időben, amikor a besugárzás intenzitása kisebb, a levegő hőmérséklete is alacsonyabb lesz.
- A besugárzás időtartamától. Nyáron hosszabb a nappal, így hosszabb a besugárzás ideje, ezért nagyobb a felmelegedés, télen rövidebb a nappal, ezért kisebb mértékű a felmelegedés.
- A napsugárzás beesési szögétől. Alacsony napállás esetén a felmelegedés gyengébb, míg magas napállásnál erősebb.
- A domborzattól. Egy déli lejtő 1 m<sup>2</sup>-e több sugárzást kap, mint egy sík terep, és még többet, mint egy északi hegyoldal. Ezért fordulhat elő, hogy a tavaszi túrákon a déli hegyoldalon már virágok nyílnak, míg az északi oldalt még hófoltok tarkítják.

Felszín típusa	Albedó (%)
Friss hó	81-85
Régi hó	42-70
Tengeri jég	30-40
Száraz tarló	30-32
Zöld gabona	21-24
Szántó föld	15-30
Csupasz talaj (nedves)	12-14
Csupasz talaj (száraz)	15-18
Homok	10-25
Fű	18-22
Lombos erdő	10-15
Tűlevelű erdő	15-20
Balaton	8-12
Tengervíz	8-10

- A felszín anyagától, árnyalatától. A különféle felszínek különbözőképpen verik vissza a napsugárzást. *Albedónak* (fényvisszaverő képességnek) nevezzük az adott felület által visszavert sugárzás és a felületre érkező sugárzás arányát. Sötétebb árnyalatú felszínek jobban elnyelik a napsugárzást, világosabbak kevésbé. Szántó föld fölött nagyobb a melegedés mértéke, mert viszonylag keveset ver vissza a napsugárzásból (15 %-ot), erdő, víz felszínének fölött mérsékelt (30 %), hó illetve jég felszín a ráeső sugárzás nagy részét visszaveri (60-90 %), amiatt fölöttük a felmelegedés csekély.
- A felhőzet mennyiségétől. A borult égbolt mérsékeli a nappali felmelegedést, mert kevesebb napsugárzás érkezik a felszínre
- A légáramlás sebességétől. A szél mérsékeli a nappali felmelegedést, mert átkeveri a levegőt.

A felhőzet és a szél mérsékeli az éjszakai lehűlést is. Mivel a földfelszín is a hőmérsékletével arányosan sugároz, mint minden test, ha nincs felhő és derült az ég, akadálytalanul sugároz, ezáltal erősen lehűl. Ha borult az ég, a felhőzet visszaveri a felszín által kisugárzott energia egy részét, így kevesebb energia távozik, kisebb a lehűlés mértéke. A szél pedig az átkeveredés miatt nem engedi nagyon lehűlni a légkör felszínközeli alsó rétegét.

A napsugárzás veszélyeket is hordoz, melyeket egy túra során igyekeznünk kell elkerülni.

- A *leégés* elkerülhető fényvédő kenőcs használatával, világos ruha viselésével. Mivel a magasság növekedésével, hegyi túrán a levegő szennyezettsége csökken, a tiszta levegőben még jobban leéghetünk. A hóról, jégről, vízfelszínről visszaverődő nagy mennyiségű napsugárzás is fokozhatja a leégést.
- *Napszúrás*t kaphatunk, ha a fedetlen fejtetőnket tartósan erős napsugárzás éri. Védekezhetünk ellene fehér vászonsapka, kalap viselésével. Ha a fejfedőnket be is vizezzük, akkor az a párolgás révén hűti a fejet.
- *Hóvaktság* akkor lép fel, ha hó és jégmezőről visszaverődő nagy mennyiségű sugárzás átmenetileg károsítja a látást. Súlyos látászavart is okozhat. Védőszemüveggel védekezhetünk ellene.

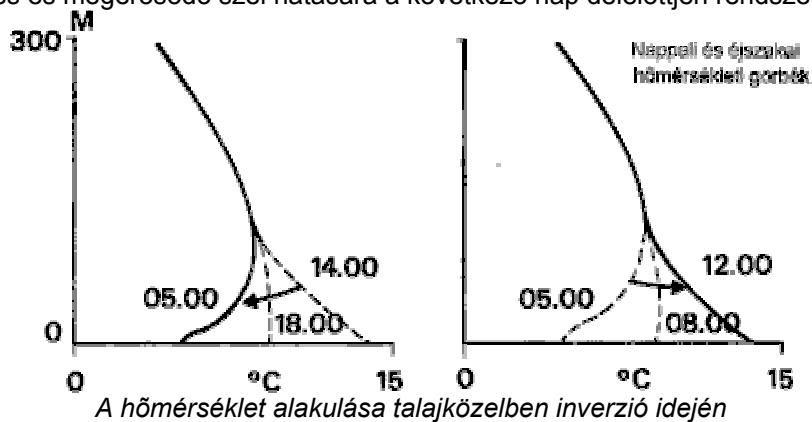
A levegő tehetetlensége miatt a nappali felmelegedés délután két óra körül éri el maximumát, éves menetben pedig a nyári napéjegyenlőséget követően a július a legmelegebb. Gyakorlati szempontból ez a tény az ebéidő célszerű időpontját jelöli, főként forró nyári időben. A hőmérséklet minimuma szintén a levegő tehetetlensége miatt a napkelte után nem sokkal következik be.

### **A légkör hőmérséklete**

Mivel alapvetően a napsugárzást elnyelő felszín melegíti a légkört és a légkörnek a saját elnyelése miatti melegedése csekély, ezért mondhatjuk, hogy a légkör alulról melegszik fel. Ez a melegedés főként függőleges légáramlásokkal történik. A troposzférában a légkör alulról történő melegedése okozza a hőmérséklet magassággal történő csökkenését. Az átlagos hőmérséklet csökkenés 100 méterenként 0.65 oC (2 oC / 300 m), amitől jelentős eltérések is adódhatnak.

A fagyhatár, vagyis a 0 oC magassága a földrajzi szélesség, az évszak és az időjárási helyzet függvénye, de tájékoztatásképpen elmondható, hogy nyáron az Alpok, Kárpátok térségében 2000-4000 méter magasságban van. Ezt a tényt magashegyi túra tervezésekor, a ruházat és felszerelés összeállításakor figyelembe kell venni, illetve ha magashegységben járva felvonóval emelkedünk ilyen magasba.

A troposzférában a hőmérséklet a magassággal általában csökken, előfordul azonban az az eset, amikor a légkör alsó pár száz méteres rétegében a hőmérséklet a magassággal növekszik. Ez a jelenség az *inverzió*. Kialakulásának feltétele a szélcsend és a derült, felhőtlen éjszaka. Ekkor a földfelszínről a kisugárzás nagy, emiatt a felszín közelében nagy a lehűlés. Ennek a jelenségnek az előnyeit szabadban éjszakázásnál ki lehet használni: ha napnyugtakor nincs szél és derült az ég a magasabban fekvő területeken és nem a völgy alján érdemesebb megszállni, mivel ilyenkor a magasabban fekvő területek melegebbek. Az inverzió a nappali felmelegedés és megerősödő szél hatására a következő nap délelőttjén rendszerint feloszlik.



*Az inverzió jelensége a hegyen;  
a nappali és éjszakai órákban a völgyben megül a felhőzet,  
fent verőfényes napsütés élvezhető*

### A légnyomás

A *légnyomás* a gravitáció következménye, a felszínen mérhető légnyomás az adott légoszlopban az egymás fölötti gázmolekulák súlya.

A légnyomást mérésére a barométert használjuk. A barométereknek két nagy típusát lehet megkülönböztetni: a higanyos és a fémszelencés (aneroid) barométert. A higanyos barométer azon alapul, hogy egy zárt üvegcsőbe zárt higanyoszlop súlya egyensúlyt tart a légnyomással. Innen ered a légnyomás egy régebben használatos mértékegysége a higanymilliméter (Hgmm). A szelencés barométer tulajdonképpen egy légüres fémdoboz, ami a külső légnyomástól függően változtatja a kiterjedését, magasabb légnyomás esetén jobban behorpad, mint alacsonyabb légnyomásnál. Ezt az alakváltozást egy rugón és különböző áttételeken keresztül a szelencéhez kapcsolt mutató segítségével használjuk fel a légnyomás és annak változásainak érzékelésére.

A légnyomás közelmúltig használatos mértékegysége a millibar (mb) volt, de ma már a hectopascal (hPa) az elterjedtebb. Az átváltás az egyes mértékegységek között a következőképpen történik: 1 hPa = 1 mb, 1 hPa = 4/3 Hgmm.

A légkörben felfelé haladva a légnyomás csökken, de ez a csökkenés nem egyenletes, mert egyrészt egyre vékonyabb légréteg van fölöttünk, másrészt a levegő is egyre ritkább. A légnyomás a tengerszinten átlagosan 1013 hPa, 5500 méteren ennek már csak körülbelül a fele (500 hPa), 11000 méteren pedig negyede (250 hPa).

A légkörben a magasabb szintek felé haladva a gázok mennyisége, így az oxigéné is csökken, aminek következtében megnő a szívdobbanások és a lélegzetvételek percnkénti száma. A szervezet csak bizonyos idő elteltével tud alkalmazkodni a megváltozott körülményekhez. Ezt az alkalmazkodást nevezzük *aklimatizációnak*. Ha a szervezet nem kap elég időt az alkalmazkodáshoz, felléphet a *hegyi betegség*. Túrász szempontjából lényeges szerepe van annak, hogy a magasságmérés is a légnyomásmérésen alapul, a turisták által leggyakrabban használt magasságmérők tulajdonképpen barométerek. Így a magasságmérővel követhetjük a légnyomás időbeli változását is, ami az időjárásváltozás előrejelzése

szempontjából lényeges. Például ha egy csoport 3000 méteren tér aludni este és reggel 3200 méteren ébrednek, akkor a légnyomás csökkent az éjszaka során, ami hamarosan várható időjárásromlásra utalhat. A légkörben nem csak függőlegesen, hanem vízszintes is vannak nyomáskülönbségek, a más-más eredetű és hőmérsékletű légtömegekben a légnyomás értéke is eltérő. Mivel a légnyomáskülönbségek kiegyenlítődésre törekcszenek, ezért a magas légnyomású területek felől az alacsonyabb légnyomású területek felé légáramlás (szél) indul el. A légnyomás egy adott földrajzi ponton állandóan változik az időben, a légnyomás időbeli viselkedésének vizsgálata az időjárás előrejelzése szempontjából fontos, mert mint majd látni fogjuk az időjárás változását okozó frontok mindig a légnyomás süllyedésével járnak. Egyszerű szabályként elmondhatjuk, hogy erősen süllyedő vagy tartósan alacsony légnyomásnál időromlás illetve változékony idő várható, míg erősen emelkedő vagy tartósan magas légnyomásnál időjárásjavulás, jó idő várható. Természetesen ez csak nagyjából igaz, de sokszor használható szabály. Itt kell még megjegyezni, hogy mivel a Földön a meteorológiai állomások különböző magasságban vannak, ezért a kölcsönös összehasonlíthatóság érdekében a légnyomás értékét 0 oC-ra és tengerszintre átszámítják.

### A légáramlások, a szél

A légkör állandó mozgásban van, ritka eset, amikor nincsenek vízszintes és függőleges légáramlások. A vízszintes légáramlást nevezzük *szélnek*.

A felszínen különböző áramlási és termikus okból jelenlevő vízszintes irányú nyomáskülönbségek kiegyenlítődésre törekcszenek, az így meginduló, kiegyenlítődésre törekvő tömegáramlás a szél. A szél a magas nyomás felől az alacsony nyomású terület felé fúj, azonban a Föld forgásából származó eltérítő erő miatt ettől az iránytól az északi féltekén jobbra tér el. A nyomáskülönbség és a szél erőssége egyenesen arányos, ez azt jelenti, hogy ha nagyobb a nyomáskülönbség, erősebb szél fúj.

A szélerő megjelölésére használt érték	A különböző erejű szél elnevezésbeli megkülönböztetése és hatása	Sebessége	
		m/s	km/h
0	Teljes szélcsend, a füst egyenesen száll fel	0.0 - 0.5	0 - 1
1	Alig érezhető szellő, a füst gyengén ingadozik	0.6 - 1.7	2 - 6
2	Könnyű szellő, a fák leveleit megmozgatja	1.8 - 3.3	7 - 12
3	Gyenge szél, a fák leveleit erősen rázza, állóvizek tükrét felborzolja, a zászlót lobogtatja	3.4 - 5.2	13 - 18
4	Mérsékelt szél, a fák könnyű gallyai mozognak	5.3 - 7.4	19 - 26
5	Élénk szél, a fák kisebb ágait mozgatja, állóvizeket hullámszásba hoz	7.5 - 9.8	27 - 35
6	Erős szél, nagyobb ágakat mozgat, zúg	9.9 - 12.4	36 - 44
7	Igen erős szél, gyengébb fatörzseket hajlít, nagyobb gallyakat letör	12.5 - 15.2	45 - 54
8	Viharos szél, erősebb fákat hajlít, nagyobb gallyakat letör	15.3 - 18.2	55 - 65
9	Vihar, gyengébb fákat kitör, a tetőcserepeket lehordja	18.3 - 21.5	66 - 77
10	Szélvész, nagyobb fákat eltör, az épületek tetőzetében nagy károkat okoz	21.6 - 25.1	78 - 90
11	Orkán, épületeket rombol, erdőket tarol le, emberéletben kárt tesz	25.2 - 29.0	91 - 104
12		29.1 -	105 -

1805-ben *Beaufort* 12 kategóriából álló tapasztalati skálát állított fel a szélesebesség meghatározására. A szél erősségét a szél által kiváltott természeti jelenségek alapján osztályozta. Ezt a tapasztalati skálát a vitorlázók ma is használják. Hátránya, hogy nem mérésen, hanem megfigyelésen alapszik. A meteorológiában a szélesebességet általában m/s-ban, a köznap életben inkább km/h-ban mérjük.

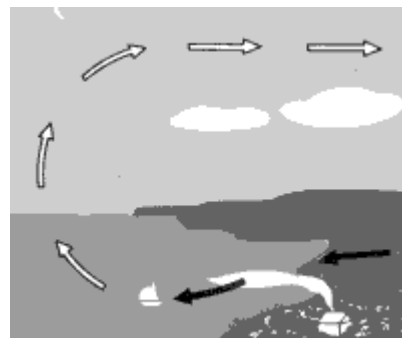
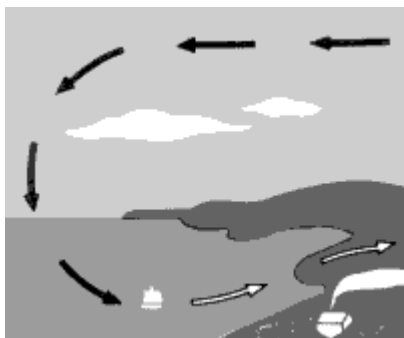
A talajfelszínnel és a tereptárgyakkal való súrlódás, valamint a helyi hőmérsékleti különbségek miatt a légáramlás sosem egyenletes, hanem lökéses. A szélökés általában 20-40 %-kal haladja meg a szél átlagsebességét. Éjjel a szél gyengébb és kevésbé lökéses, nappal erősebb és egyúttal lökésesebb.

A *szélirányon* azt az irányt értjük, ahonnan a szél fúj. Az *uralkodó szélirány* pedig az a szélirány ahonnan a legnagyobb gyakorisággal fúj a szél egy adott földrajzi ponton. Ez a mérsékelt földrajzi szélességeken, így hazánkban is csak 15-35 % relatív gyakoriságot jelent, tehát korántsem mindig ebből az irányból fúj a szél.

A szél szárító és hűtőhatással rendelkezik. Azáltal, hogy lefújja rólunk illetve kifújja ruházatunkból a meleget fokozza a hidegérzetet. A szél gyorsítja az átázott ruha száradását, így fokozott hőelvonással jár.

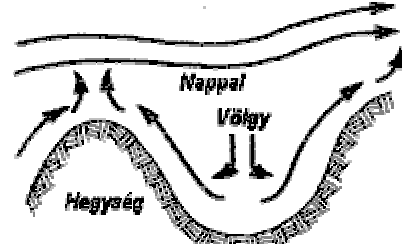
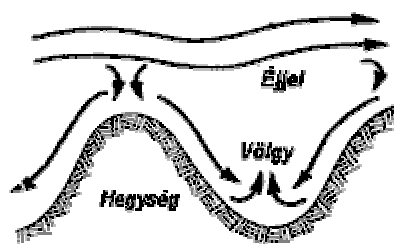
Tartós hegymenet előtt célszerű levenni a fölösleges ruházatot, különben megizzadunk és a hegytetőn nemcsak, hogy hidegebb van, hanem a szél is erősebben fúj, így a meghűlés veszélye nagyobb.

A szélel kapcsolatban meg kell említeni a *szélnyomás* jelenségét is. A szél által kifejtett nyomóerő két tényezőtől függ a szélesebségtől illetve a szél támadási szögétől. A szélnyomás a szélesebség négyzetével arányosan nő, tehát kétszer erősebb szélnek négyszer akkora a szélnyomása. Az erős oldalszél, ellenszél gátolja a haladást, a hátszél viszont segíti, de erős, főként lökéses szélben mindenképpen fokozott óvatosság szükséges főleg a veszélyes, meredek, szakadékos terepen. Egy hirtelen erős széllökés kibillenthet minket az egyensúlyunkból. Táborozásnál sátorra ható szélnyomás okozhat problémát, szélben erősen kell rögzíteni a sátrat, a szél irányába a sátor kisebb felülete nézzen. Kerékpártúrán a kerékpárra ható szélnyomás lehet fontos, szeles időben hirtelen találkozhatunk vele épület sarkánál, erdő sarkánál való haladáskor.



A szél nem csak térben nagy területeken jelentkezik, hanem egészen kis területeken is megjelenhetnek ún. *helyi szelek*. Ezek a különböző felszínek különböző mértékben való felmelegedése révén alakulnak ki, amelynek oka végeredményben a különböző napsugárzáselnyelő képességben rejlik.

A *tavi parti szél* a tó-, tengerpartokon lép fel, napszakosan váltakozó irányú szél. Nappal a szárazföld gyorsan és intenzíven melegszik, így melegebb lesz, mint a tó, a tenger felszíne. Emiatt a levegő a felszín közelében a hidegebb, magasabb nyomású vízfelszín felől a melegebb, alacsony nyomású szárazföld felé áramlik (*tavi, tengeri szél*). A magasban természetesen záródik a kör, tehát a szárazföld felől áramlik a levegő a víz felé. Éjjel a helyzet fordított, a tenger, óceán nehezebben hűl le, ezért éjszaka a vízfelszín lesz a melegebb és a levegő a hidegebb szárazföld felől áramlik a melegebb tenger felé és a magasban záródik a kör (*parti, szárazföldi szél*). Ilyenjelenséget lehet megfigyelni többek között például a Balatonnál is.



A *hegyvidéki szél* szintén napszaktól függő irányú helyi szél. Nappal a hegyoldalokon a domborzat hatása miatt a levegő jobban felmelegszik, mint a völgyekben. Emiatt a levegő a völgyekből áramlik a hegycsúcsok irányába (*völgyi szél*), éjjel viszont a hegycsúcsokon lehűlő hideg levegő "lecsurog" a völgyekbe (*hegyi szél*). Ezek a helyi szelek természetesen csak akkor figyelhetők meg, ha egyébként nagyobb térségű légköri folyamat nem zavarja meg a kialakulásukat (pl. frontátvonulás).

Idáig csak a vízszintes légáramlásról szóltunk. A légkör függőleges légáramlásai kialakulhatnak egyrészt valamilyen akadállyal való találkozás miatti kényszerpályán való áramlással (pl. hegység emelőhatása) Másrészt emelkedő áramlások alakulhatnak ki a felmelegedés következtében előálló hőmérséklet- és sűrűségkülönbség miatt is. Ilyenkor a lebegő szabadon emelkedik a magasba (termik).

### Csapadék- és felhőképződés, osztályozás

A víz három halmazállapotban is jelen van a légkörben, ez okozza a legtöbb szépséget, de a legtöbb nehézséget is. Légnemű halmazállapotban vízgőz formájában van jelen a víz, folyadékállapotban az esőcseppekre kell gondolnunk, szilárd halmazállapotban vannak például a jégszemek, vagy a nagyon magas felhők jégtűi.

A különböző halmazállapotok között halmazállapot-változások zajlanak le. A szilárd és a folyadék állapot között megy végbe az *olvadás* és a *fagyás*, a folyadék és légnemű állapot között a *párolgás* és *lecsapódás*, a szilárd és a légnemű között a *szublimáció* és a *depozíció*. Ezen átalakulások egy része energiát termel, míg más részéhez energia kell. Energia kell a párolgáshoz, olvadáshoz, szublimációhoz, viszont energia szabadul fel a fagyáskor, a lecsapódáskor illetve a depozíció során.

Egy adott levegőtérfogat a hőmérsékletétől függően különböző mennyiségű vízgőzt képes csak magába foglalni. Akkor mondjuk egy levegőtérfogatra, hogy *telített*, ha az adott hőmérsékleten már magába több vízgőzt fogadni nem képes. Minél magasabb egy levegő hőmérséklete, annál több vízgőzt képes magába foglalni. Ha egy telítetlen levegőtérfogatot elkezdünk lehűteni, egy idő után elérjük a *harmatpontot*, azt a

hőmérsékleti értéket, amelyre lehűtve a levegő telítetté válik, további hűtéskor a felesleges nedvesség folyékony víz formájában kicsapódik.

Azt a maximális vízgőzmennyiséget, amelyet 1 m<sup>3</sup> levegő adott hőmérsékleten befogadni képes *telítési abszolút nedvességnek* nevezzük, mértékegysége g/m<sup>3</sup>. A *relatív nedvesség* pedig azt fejezi ki, aktuálisan jelenlevő vízgőzmennyiség hány százaléka az adott hőmérsékleten maximálisan lehetséges vízgőzmennyiségnek. A telített levegő relatív nedvessége 100 %.

Mint említettük a párolgáshoz energia, hő szükséges, ez a hő a környezettől vonódik el. Ez azt jelenti, hogyha az átázott ruha testünk melege segítségével szárad meg, mi hőt veszítünk. Ezt szeles időben fokozza a szél párolgást gyorsító hatása, ami a szél amúgy is fennálló hűtőhatása mellett már veszélyes is lehet. Ne feledjük el, hogy fagypont fölötti hőmérsékletnél is történhet ebből baleset és vizes ruhában nem szabad lefeküdni aludni, akármilyen fáradtak vagyunk is.

A légnedvesség változások főként a szervezet folyadék és hőháztartását befolyásolják. Az mérséklet égő embere számára a kellemes relatív nedvesség 50-75 % körül van, ennél alacsonyabb értéknél száraznak érezzük a levegőt és hamar megszomjazunk, magasabb relatív nedvességnél fülledtnek érezzük, izzadunk. A gyakorlatban mind a két végletes relatív nedvesség érték veszedelmes.

Nyáron gyakran erős felmelegedéshez magas vízgőztartalom társul. Ekkor szélcsendes időben erős verejtékezés lép fel, de a keletkezett verejték nem tud elpárologni, emiatt nem hűl a test. Hamarosan hőfőlölség, hőpangás lép fel, a teljesítőképesség romlik. Ez a veszély főként a nagyobb testű vagy idősebb túratársaknál áll fent. A rosszulletet követheti esetleg vörössájulás vagy hőséguta. Ilyenkor a teendők, hogy minél jobban hűtsük a testet. Párás, fülledt, meleg időben, ha a látástávolság nem túl jó, erre mindenképpen oda kell figyelni.

A másik véglet főként télen jellemző amikor alacsony a hőmérséklet, jók a látási viszonyok, vagyis a relatív nedvesség alacsony. Ekkor hegymenetnél, fokozott erőfelfejtésnél a szapora légzéssel, hideg alacsony nedvességtartalmú levegőt szívunk be. Ez a levegő a tüdőben felmelegszik, sok nedvességet vesz fel, majd a nedvesség a kilégzéskor eltávozik. Sokkal gyorsabban kiszáradunk, mint általában. Nyáron is előfordulhat ilyen időjárási helyzet. Szükséges a nagy mennyiségű folyadék-utánpótlás (téli meleg tea vagy leves, nyáron hideg víz).

Néhány szemléletes példa a levegő nedvességtartalmának illusztrálására. Ha esős időben buszon utazunk, akkor a busz ablakai gyakran párásak. A pára a következőképpen alakul ki: a busz levegője meleg és a vizes ruhák, vizes esernyők párolgása miatt nagyon nedves. Az ablak viszont a kinti alacsony hőmérséklet miatt hideg. Az ablak mentén egy nagyon vékony levegőréteget a hőmérséklet a harmatpont alá hűl és a felesleges nedvesség az ablakra csapódik ki. Teljesen hasonló az eset a szemüvegek bepárásodásával a felszállás után. Ott azért hideg a szemüveg, mert épp az imént szálltunk fel. A jégvirág a párához hasonlóan alakul ki az ablakon, ha a hőmérséklet odakint fagypont alatt van, de a levegő nedvessége vagy egyből a légneműből szilárdba megy át, vagy a pára később megfagy. Érdekes eset még az, amikor téli túra után meleg helységbe lépünk be. Azonnal elkezd csöpögni az orrunk. A magyarázat hasonló: a meleg helység levegője nedves, az orrunk fala belül viszont hideg. Ahogy beszívjuk ezt a nedves levegőt, az orrunk falára belül kicsapódik a nedvesség.

A nedvesség jelenléte a levegőben befolyásolja a látástávolságot is. Minél magasabb a légnedvesség, annál rosszabb a látás, alacsony nedvesség esetén a látástávolság nagyobb. Párás levegőben a tereptárgyak körvonalai elmosódnak, mintha a valóságosnál távolabb lennének. Alacsony nedvességnél éles kontúrok és színek jellemzőek, 100 km-nél is messzebb lehet látni, a tereptárgyakat a valóságosnál közelebb érezzük. Távolságbecslésnél figyelembe kell venni tehát a párasságot is. Itt kell megjegyezni még, hogy nappal szemben szintén nagyobb hibát követünk el a távolságbecslésnél, mint Napnak háttal.

## **Köd**

A gyakorlatban akkor beszélünk *ködről*, ha a levegő nedvességtartalma olyan magas, hogy a látástávolság 1 km alá csökken. Köd minden évszakban előfordulhat, de télen gyakoribb. Ködképződéskor a levegő már annyira telített, hogy nem tudja megtartani a felesleges nedvességet, ezért az kicsapódik. Ez a magas nedvességtartalom 3 féle módon alakulhat ki: *bepárolgással* (valamilyen módon plusz nedvesség kerül a levegőbe), *lehűléssel* (a telítetlen levegő a harmatpont hőmérséklete alá hűl), valamint két különböző, de közel telített levegő *keveredésével* (a melegebb, nedvesebb levegő a közös hőmérsékletre hűlve már telített lehet).

### A leggyakoribb ködfajták:

1. A *párolgási ködnél* kialakulásában az játszik szerepet, hogy a levegőnél melegebb vízfelszínről nedvesség párolog be a levegőbe és ez hozza létre a telítettséget. Például meleg álló- és folyóvizek, fölázott talaj, mocsár fölötti hűvösebb levegőbe való bepárolgás esetén fordul elő ilyen típusú köd. Főleg ősszel jellemző, amikor a vizek még melegek, de a levegő már jól le tud hűlni. Őszi vízitúrán mindenképpen kell számolni ezzel a lehetőséggel. Ilyenkor csak partlátással közlekedjünk.
2. A *kisugárzási köd* talajinverzióval jár együtt, tehát derült, szélcsendes éjszakákon alakul ki. Ilyenkor a felszín kisugárzása nagy, emiatt a felszínközeli 10-100 méteres légréteg a harmatpontja alá hűl, és a felesleges nedvesség kicsapódik. Ez az összes ködfajta közül a leggyakoribb, bármelyik évszakban előfordulhat. Általában a délelőtti besugárzás hatására feloszlik, akárcsak az inverzió.

3. Az *áramlási köd* légáramlással kapcsolatos hűlés miatt alakul ki. Ha az enyhe, magas nedvességtartalmú levegő hideg felszín fölött áramlik, lehűl, telített lesz, köd alakul ki.
4. *Keveredési köd* alakul ki, ha a talaj fölötti hideg levegőréteg fölött áramlik meleg nedves levegő, majd a keveredés következtében lehűl és a felesleges nedvesség kicsapódik.
5. A *lejtőköd* akkor alakul ki, ha egy hegyvonulat emelkedésre készíti a levegőt, az az emelkedés következtében lehűl és telített lesz.

Ködben nagyon nehéz a tájékozódás, főként ismeretlen vagy nyílt terepen. A túravezetőnél mindig legyen tájoló, térkép, a biztonság kedvéért időről-időre határozza meg a csoport helyzetét. Mindenképpen maradjunk halló- és látástávolságon belül, ne szakadjon senki le a csoporttól.

### **Felhő- és csapadékképződés**

A csapadék (kivéve a nemhulló fajtákat) felhőből esik, ezért a csapadék és felhőképződést együtt tárgyaljuk. A felhőképződés elve megegyezik a ködképződéssel, miszerint a levegő harmatpontig hűl, telített lesz, majd ha a lehűlés tovább folytatódik, a fölösleges nedvességtartalom kicsapódik. Azonban ehhez a kicsapódáshoz a gyakorlatban úgynevezett kondenzációs magvakra van szükség, ezekre csapódik ki a felesleges nedvesség. A kondenzációs magvak kis lebegő szilárd porrészecskék vagy apró folyadékrészecskék.

A köd és felhőképződés különbsége, hogy míg a köd a talaj közelében keletkezik, a felhőképződésnél a levegő a magasban hűl le. A hűlésnek több oka is lehet:

1. két különböző hőmérsékletű és nedvességtartalmú levegő *keveredése*,
2. sűrűségkülönbség miatt létrejövő *termikus feláramlás*,
3. levegő *kényszerpályán* történő feláramlása.

Amikor a levegő telített lesz, megkezdődik a víz kicsapódása, az elsőként keletkező nagyon apró cseppeket *felhőelemnek* hívjuk. Ezek a kis felhőelemek további növekedésnek indulnak. A növekedés történhet további vízgőzmolekulák kicsapódásával illetve ütközések révén, örvényes befogással. Bizonyos méretet elérve nevezzük őket *csapadékelemeknek*. Amikor ezek a részecskék már túl súlyosak, nem tudnak tovább lebegni a felhőben, akkor csapadékként hullanak. Előfordulhat azonban, hogy a cseppek esés közben elpárolognak, nem érik el a talajt.

### **A felhők osztályozása**

Az igény, hogy a felhőket valamilyen szempontok szerint csoportosítsák már a XVIII. században felmerült. A felhőosztályozás lényege, hogy egyes csoportokat felállítva az időjárás alakulásának követése könnyebbé válik. A felhőképződés módja ugyanis meghatározza a felhő jellemző szerkezetét és a belőle hullható csapadékjellegét is.

A felhőket a következőképpen osztályozhatjuk *alakjuk és felépítésük* alapján:

#### *1. réteges szerkezetű felhők:*

Réteges szerkezetű felhő két féle módon keletkezhet. Alul mozdulatlan hideg levegő fölé délies irányból enyhe, nedves levegő áramlik, majd ez a két levegőtömeg a határfelületen keveredik és rétegfelhő keletkezik. Ebből gyakran fordul elő szitálás, ónos szitálás főleg tél vége felé. A másik lehetőség a melegfrontokhoz kapcsolódik, ilyenkor az érkező meleg, nedves levegő felsiklik a hideg levegőre és így történik a határfelületen keveredés, lehűlés majd a réteges felhő. A réteges felhők függőleges kiterjedése kisebb a vízszintes kiterjedésénél. A réteges felhők télen gyakoribbak, térben és időben is csendes csapadékot adnak.

#### *2. gomolyos szerkezetű felhők:*

A gomolyfelhő legegyszerűbben úgy alakul ki, hogy a felszín egyenetlen melegezése folytán a környezeténél melegebb (kisebb sűrűségű) levegő felemelkedik, kisebb nyomáson kitér és lehűl, majd a telítési szintet elérve kicsapódik a nedvességtartalma. Minél melegebb a feláramló levegő hőmérséklete a környezetéhez képest annál intenzívebb a feláramlás, fejlettebbek felhők. A madarak és a vitorlázórepülők ezeket a feláramlási területeket szeretik kihasználni. Gomolyfelhők azonban nemcsak helyi felmelegedés hatására alakulhatnak ki, hanem frontokhoz kapcsolódó emelés hatására is. A gomolyos felhők a nyári félévben a gyakoribbak, jelentős mennyiségű, intenzív záporoszerű csapadék hullhat belőlük, előfordulhat zivatar, jégeső, felhőszakadás.

#### *3. réteges gomolyfelhők:*

Ez a típus átmenet a gomolyos és réteges szerkezetű felhők között. Keletkezhet úgy, hogy a gomolyfelhők egy bizonyos magasságban szétterülnek vagy úgy, hogy rétegfelhő meghullámosodik. Ez a meghullámosodás történhet besugárzás hatására vagy domborzati okok miatt.

A domborzat hatását kicsit részletesebben a következőképpen kell elképzelni. A hegyvonulat feláramlásra kényszeríti a levegőt. Ha elég magas a hegy az emelkedés és hűlés miatt egy bizonyos magasságban a hegy szélfelőli oldalán felhőzet alakul ki, csapadék hull. A hegy szélárnyékos oldalán ezzel szemben leszálló légmozgás alakul ki, amelynek felhőoszlató hatása van. Ha a légkör állapota és a hegy geometriai viszonyai megfelelőek a hegység szélárnyékos oldalán hullámokat vet a légáramlás, itt *hullámfelhők* alakulhatnak ki.



A fön kialakulása is ehhez a jelenségkörhöz tartozik. A fön ugyanis a hegy szélárnyékos oldalán leszálló meleg szél. Ez az eredeti, a hegységnek nekifutó szélnél azért melegebb, mert amíg emelkedik és a nedvesség kicsapódik benne, addig a hűlése nem olyan határozott a kicsapódáskor keletkező hő miatt. Viszont amikor belőle a nedvesség kicsapódott, erősen melegszik és végeredményben melegebb lesz a hegy lábához érkeve, mint a kiindulási szinten a hegy szélfelőli oldalán volt. A Meteorológiai Világszervezet (WMO) hivatalos osztályozása a magasság és forma szerint tesz különbséget a felhőosztályok között.

Latin név és rövidítése	Magyar név	Szint
Cirrus	Ci pehelyfelhő	magas
Cirrostratus	Cs fátyolfelhő	magas
Cirrocumulus	Cc bárányszerű felhő	magas
Altostratus	As lepelfelhő	középmagas
Alto cumulus	Ac párnafelhő	középmagas
Stratocumulus	Sc gomolyos rétegfelhő	alacsony
Stratus	St rétegfelhő	alacsony
Cumulus	Cu gomolyfelhő	alacsony
Nimbostratus	Ns esőrétegfelhő	több szintet átfog
Cumulonimbus	Cb zivatarfelhő	több szintet átfog

- Magasszintű felhők (Magyarországon 6000 méter fölött)**
  - Cirrus (Ci), pehelyfelhő: fonalas, rostos szerkezetű, jégkristályokból áll, árnyékot, csapadékot nem ad.
  - Cirrostratus (Cs), fátyolfelhő: igen vékony rétegfelhő, tisztán jégkristályokból áll, halo jelenséget okoz, ezüstös színű felhő, csapadékot nem ad.
  - Cirrocumulus (Cc), bárányszerű felhő: egymástól elkülönült apró gomolyok, melyek hullámos sorokba rendeződhetnek, tisztán jégkristályokból áll, csapadékot nem ad.
- Középmagas szintű felhők (Magyarországon 2000-6000 méter között)**
  - Altostratus (As), középmagas rétegfelhő: egyenletesen szürke, zárt felhőtakaró, a Nap helyzete látszik, csapadékot nem ad, vagy legfeljebb kis mennyiségű csendes eső, vagy hó eshet belőle.
  - Alto cumulus (Ac), középmagas gomolyfelhő: apró gomolyokból áll, rétegszerű, csapadékot nem ad.
- Alacsony szintű felhők (Magyarországon 2000 méter alatt)**
  - Stratocumulus (Sc), réteges gomolyfelhő: lapos gomolyokból áll össze, többnyire nem teljesen zárt, csapadékot nem ad.
  - Stratus (St), rétegfelhő: magasban képződött ködhez hasonlít, egyenletes, zárt takaró, szitálás, ónos szitálás lehet belőle.
  - Cumulus (Cu), gomolyfelhő: különálló, alul sík, felül kupola alak (karfiol), zápor, hózápor, dara eshet belőle.
- Nagy függőleges kiterjedésű felhők**
  - Nimbostratus (Ns), esőrétegfelhő: alacsonyan képződött, egyenletesen sötétszürke, vastag, melegfronti felhő, a tipikus szomorú idő felhője, előfordulhat másodlagos felhőzet. Csendes eső vagy havazás fordulhat elő belőle.
  - Cumulonimbus (Cb), zivatarfelhő: nagy függőleges kiterjedésű felhő, alsó része egyenetlen, felül üllőre hasonlít, a troposzféra tetején szétterül. Heves zápor zivatar, jégeső, felhőszakadás fordulhat elő.

Itt kell még szót ejteni a kondenzcsíkról, ami nagy magasságban a repülőgépek mögött alakul ki. Gyakran előfordul ugyanis, hogy a levegő ebben a szintben telített, de nincs elég kondenzációs mag, tehát a nedvesség nem csapódik ki. A repülőgép hajtóművéből viszont nagy mennyiségű koromszemcse áramlik ki és a főleg nedvesség ezekre kondenzálódik ki. Ebben a magasságban már inkább depozíció az uralkodó. Ezek a kondenzcsíkok a Cirrushoz hasonlóak és viszonylag hamar feloszlanak.

### A csapadékfajták osztályozása

- Nemhulló csapadékok:
 

A levegő vízfőlsége a tereptárgyakra csapódik ki.

  - o harmat: a talaj közelében a levegő a harmatpont alá hűl, de még pozitív
  - o dér: erős talajinverzió esetén keletkezik
    - 0 oC alatti a harmatpont és ez alá hűl a levegő
    - 0 oC közeli a harmatpont, a levegő 0 oC alá hűl és a harmat megfagy

- zúzmara: 0 oC alatt keletkezik, ködben, ha az áramlás által mozgatott túlhűlt cseppek a tereptárgyakra kifagynak
  - vízlerakódás: a szélfelőli oldalon víz kondenzálódik ki
2. Hulló csapadékok:
- a. Folyékony:
- szitálás, ködszitálás: csapadékelemek kicsit, sűrűn esnek, kis intenzitással, (St)
  - eső: nagyobb cseppek, mérsékelt intenzitással, időben tartósan, (Ns)
  - záporosó: nagy cseppek, intenzív, rövid ideig tart, (Cu, Cb)
  - ónos eső: a talaj fölött pár száz méter vastag hideg levegő, fölötte meleg levegő, rétegfelhő, folyékony csapadék kezd esni, a hideg levegőben túlhűl és a talajnak ütközve megfagy.
- b. Szilárd:
- havazás: közepes nagyságú, hatszögletű kristályok, tartós, mérsékelt intenzitás
  - hózápor: havazás és záporosó tulajdonságai együtt
  - hószállingózás: szitálás tulajdonságai, de felléphet belőle nagy hótakaró
  - havas eső: esőcseppek, hókristályok, olvadó hókristályok keveréke
  - fagyott eső: pár mm-es jéggömbök, az esőcseppek útközben megfagytak
  - hódara: átlátszatlan tömör szemcsék, gömb vagy kúp alak
  - jégdara: átlátszó, gömb alakú (fagyás a felhőben)
  - szemcsés hó: kevésbé tömör szemcsék
  - jégeső: különböző méretű jég szemek, szabálytalan alak, nyári félévben
  - jégtű: könnyű, igen kicsi jégkristályok

Az ónos esővel kapcsolatban meg kell említeni, hogy ha túra közben ér minket, az erdei utakon nagyon hamar jégkéreg képződhet, ami járhatatlanná teheti. Ilyenkor sima talajútról célszerű a fűre, avarra, járatlan hóra menni. Ugyanez vonatkozik a télen a sok kiránduló lába alatt jéggé keményedett hóra is.

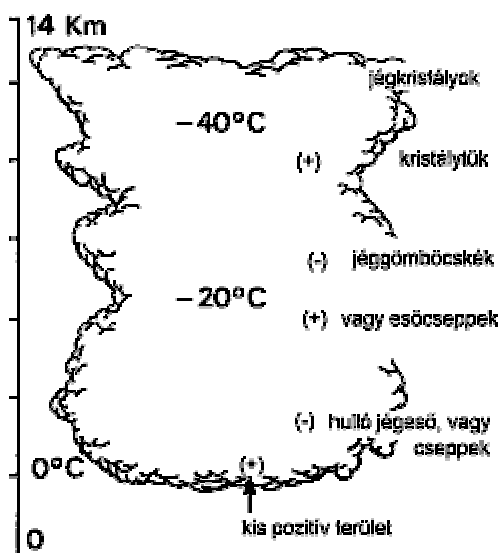
A havas talajon való járás nehéz, csökkenti a menetsebességet, ezért túra tervezésekor mindenképpen figyelembe kell venni. Ha a hóvastagság 15 cm-nél nagyobb, már csak magasra emelt lábakkal lehet haladni és a kifáradás fokozódik. Lassítja a haladás sebességét az is, ha a hóréteg felszíne előzőleg megolvadt, majd éjszaka ismét megfagyott és vékony jégkéreg keletkezett a havon. A könnyebb súlyú túratársak esetleg beszakadás nélkül haladhatnak, de a nehezebbek minden lépésnél beszakadnak, bukdácsolnak és ezáltal sokkal jobban kifáradnak. Meg kell még említeni azt az esetet is, amikor a frissen hullott hó mellé a szél is feltámad hóátfúvások, hóbuckák keletkeznek. Ilyenkor ha ismeretlen terepen vissza kell fordulnunk, a nyomainkat már betemette a hó. Ilyen esetben soha senki ne szakadjon le a csoporttól, mert a hófúvásban egyedül fizikailag és szellemileg is hamar kimerül és pánikba eshet. Hófúvásban kiemelten fontos a gyors, de átgondolt döntés.

#### **A felhőzet és a csapadék mennyiségének mérése**

A felhőzet mennyiségét nyolcadokban (okta) mérik, tehát azt adják meg, hogy az égbolt hány nyolcadát borítja felhő. A csapadék mennyiségét azért milliméterben adják meg, mivel ha 1 m<sup>2</sup> területre 1 mm csapadék hullik, akkor annak a térfogata 1 dm<sup>3</sup>, vagyis 1 liter folyadékról van szó. Ha a csapadék szilárd halmazállapotú (hó), akkor felolvasztással megkaphatjuk a hó vízegyenértékét. Körülbelül az mondható el, hogy 10 liter Hó felel meg 1 liter víznek. Ez a szám gyakorlati jelentőséggel bír akkor, ha például azt szeretnénk tudni, hogy mennyi vizet kell olvasztani egy téli túrán, ha teát főzünk. Ez a 10:1 arány természetesen átlagos érték, friss hónál nagyobb, tömör, régi hónál kisebb.

#### **A zivatartevékenység**

A *zivatar* és a *zápor* fogalma nem tévesztendő össze. A zivatar mindig elektromos jelenséggel kapcsolódik össze, tehát villámlás, mennydörgés tapasztalható.



A légkör mindig gyengén ionizált állapotban van, tehát benne jelen vannak elektromosan töltött részecskék, ionok. Ezek az ionok a napsugárzás és a kozmikus sugárzás következtében keletkeznek. Az ionok töltésüktől függően szétválnak, elektromos tér jön létre. Ez az elektromos tér időben és térben is változik. Általában a talajfelszín negatív töltésű, míg a légkör pozitív töltésű. Köztük tehát feszültség alakul ki. Bizonyos meteorológiai helyzetekben ez a feszültség nagyon megnövekszik és ha ez a feszültség egy kritikus értéket meghalad, elektromos kisülés indul meg, amit *villámnak* nevezünk.

#### *Töltéseloszlás a zivatarfelhőben*

A villám általában nem csupán egy villámból áll, hanem a kisülési csatornát előkészítő elővillámot követi a fővillám, amely igen intenzív. A villám általában elágazásokat tartalmaz (mellékvillámok), melyek a villámcsapás kb. 5 km-es körzetében jelentenek veszélyt. A mennydörgés annak a következménye, hogy a kisülési csatorna a nagy áramerősség miatt igen hirtelen nagy mértékben felmelegszik és kitágul, majd hirtelen összehúzódik, ez hirtelen tágulás és összehúzódás következménye a dörgés. Mivel a hang kb. 330 m/s sebességgel terjed, a villám megpillantása és a dörgés meghallása között eltelt időből ki tudjuk számítani, hogy a villámcsapás tőlünk milyen távolságban történt. 3 másodpercet érdemes 1 km-re számolni. Tehát ha a villám után 15 másodpercen belül halljuk a dörgést, akkor a veszélyes zónában vagyunk. A zivatarfelhő vonulása is megállapítható a dörgés alapján. Ha a villámok dörgései közötti időtartam egyre több, akkor távolodik, míg ha egyre hamarabb halljuk a dörgést a villámok után, akkor felénk közeledik a zivatar.

Zivatar többféle időjárási helyzetben is keletkezhet. Szélcsendes időben, rekkendő hőségben nyáron kezdetben kialakul egy kis gomolyfelhő és ha a légköri viszonyok engednek, továbbfejlődve egyre nagyobb gomoly lesz belőle, majd a tropopauzát elérve szétterül és a teteje eljegesedik. Ezt onnan figyelhetjük meg, hogy amíg még csak folyékony cseppek vannak a felhőben, addig a teteje határozott éles körvonalakat mutat, de amikor az eljegesedés megindul, a körvonalai elmosódnak. Zivatar kialakulhat olyan terület fölött is, amely fölé korábban hideg levegő érkezett. Ha ekkor a talajközeli rétegek erősen átmelegednek, kialakulhatnak a feláramlások következtében zivatarok. Kialakulhat zivatar frontokkal kapcsolatosan is. Zivatarfelhőből eshet jégeső is. Fontos tudni, hogy még ha kezdetben borsó nagyságú jég hullik is, pillanatokon belül eshet tojás nagyságú is. A jégeső megindulásától kezdve mindenképpen védeni kell a fejet, például a fej fölé tartott hátizsákkal.

A zivatar egyébként időben nem tart sokáig, általában 0.5-1 óra között van a hossza. Rövid ideig tart tehát, de igen intenzív csapadék hullást eredményezhet és nagyon rövid idő alatt is nagy mennyiségű csapadék hullhat le.

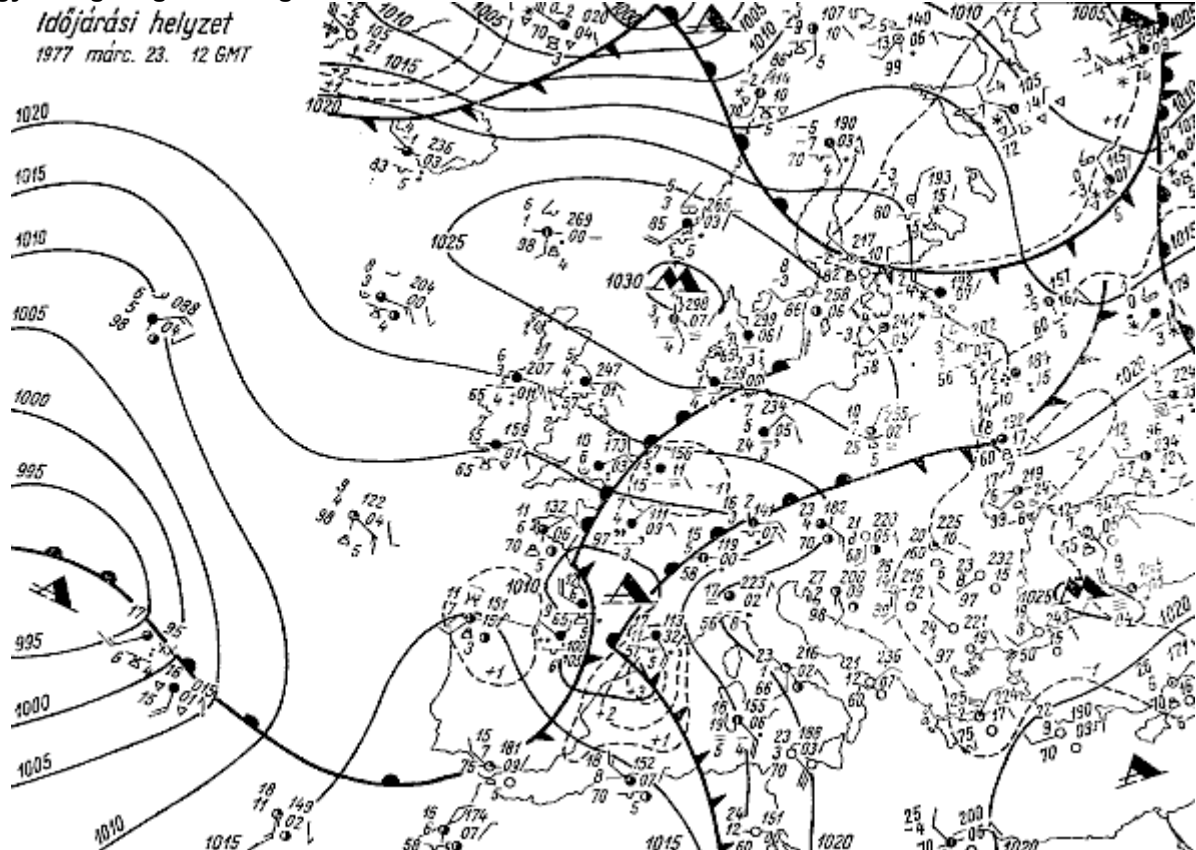
Zápor, zivatar esetében előfordul, hogy felhőszakadás következik be. Ilyenkor az olyan vízmosásokban, völgyekben is folyhat víz, ahol máskor nem. Probléma lehet a meredek hegyoldalon lezúduló nagy mennyiségű víz is. Ilyen helyzetben célszerű minél magasabbra húzódnia a hegyoldalban és ott folytatni a túrát illetve a zivatar elmúltával a gerince húzódnia.

A felhőszakadás veszélyét figyelembe kell venni esetleges táborhely kiválasztásánál is főként május, júniusban. Ha van a közelben vízfolyás, előfordulhat, hogy hirtelen megárad és elárasztja a tábort. Sőt az is előfordulhat, hogy a délután bekövetkezett felhőszakadás következtében csak este, éjszaka árad meg a patak, mert az árhullám csak akkor ér oda és így éjjel önt ki minket a sátorból. Ezért inkább a vízfolyástól távolabb célszerű sátrat verni. Arra sem árt odafigyelni, hogy a hegyoldalról lezúduló víz és sáros lé sem öntsön el minket. Végül jó, ha a tüzelővel is gondolunk az esősebb napokra.

*Mit tegyünk illetve mit ne tegyünk zivatar idején:*

- Ne tartózkodjunk hegycsúcson, gerincen, távvezeték tartóoszlop közelében, vasúti sín, barlangnyílás közelében.
- Ne mozogjunk.
- Ne álljunk dús lombú, magas fák alá.
- Ha mezőn ér a zivatar, legjobb, ha leülünk és várunk.
- A fémkeretes hátizsáktól szabaduljunk meg, minél messzebb legyünk tőle.

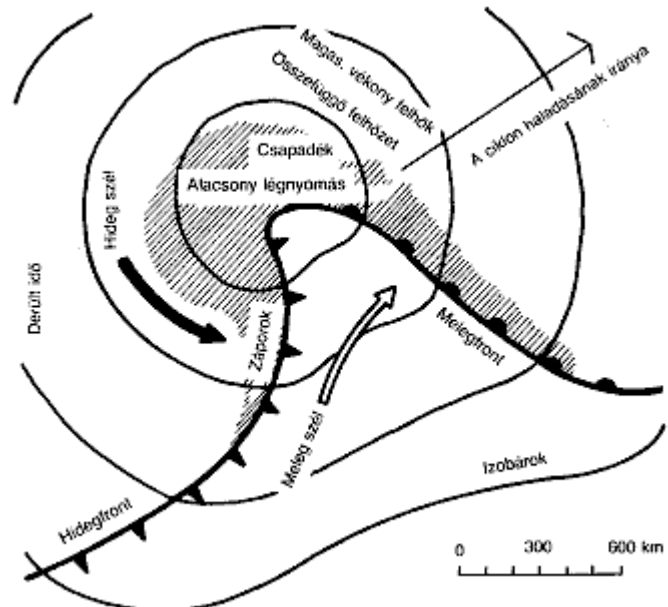
### Nagytérségű légekri mozgásrendszerek



A nyomás, mint már említettük, nem csak függőleges irányban változik, hanem vízszintes irányban is vannak különbségek. Ezek összehasonlíthatósága miatt a meteorológiai állomásokon mért légnyomás értékét 0 oC-ra és tengerszintre szokták átszámolni. Ha egy térképre ezeket a nyomásértékeket felrajzoljuk és összekötjük az azonos nyomású pontokat (hasonlóan a szintvonalakhoz a turistatérképeken) akkor a térképen kirajzolódnak alacsony nyomású területek (*ciklon*) és magas nyomású területek (*anticiklon*). Az azonos nyomású pontokat összekötő vonalak neve *izobár*.

A levegő a különböző nyomású területek között kiegyenlítődésre törekszik, emiatt légáramlás indul meg a magas nyomású területekről az alacsonyabb nyomású területek felé. A légáramlás azonban nem egyenesen az alacsony nyomás felé mutat, hanem a Föld forgása miatt az északi féltekén jobb kéz felé tér el. Emiatt a levegő áramlása ciklonban az óramutatóval ellentétes, az anticiklonban megegyező.

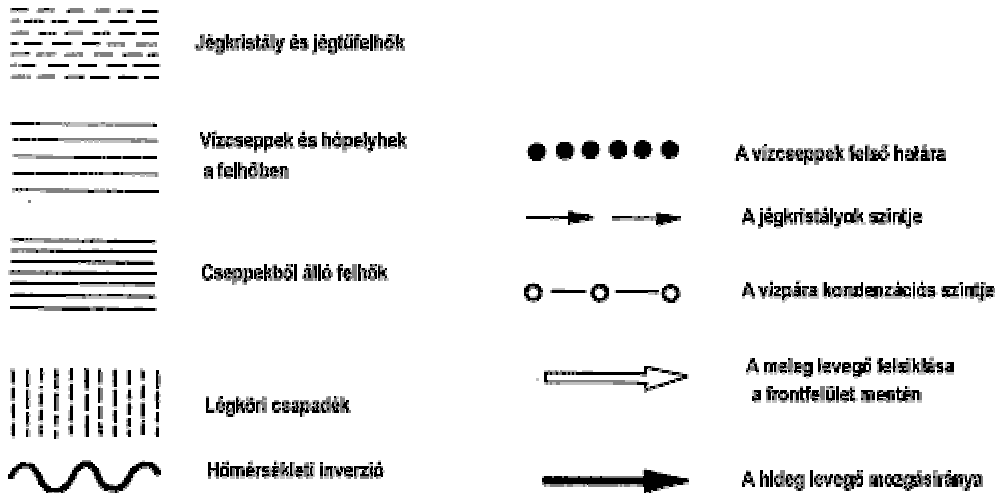
A *ciklon* tehát az alacsony nyomású területeket jelöli ki. Mivel tehát a levegő az alacsony nyomású terület felé áramlik, a ciklon középpontjában a beáramlás miatt a levegő feláramlik, ennek következménye a ciklonokban tapasztalható felhőképződés, változó időjárás. A ciklonok elég jól meghatározott helyeken keletkeznek a Földön és ezekről a keletkezési helyekről viszonylag ismert utakon közelednek általában nyugatról keletre. A keletkezésük eltérő hőmérsékletű, sűrűségű levegőtömegek határához köthető. A sarki hideg levegőt a mérsékelt övi melegebb levegőtől elválasztó határfelületen is igen gyakran alakulnak ki ciklonok. A kezdeti stádiumban a határvonalon kialakul egy kis zavar, hullám. Később a zavar hatására kialakult hullám középpontjában a nyomás egyre csökken, a hullám kimélyül. A hullám középpontja mögött hideg levegő nyomul előre a meleg levegő rovására (*hidegfront*), míg a hullám középpontja előtt a helyzet fordított (*melegfront*). A meleg levegő egyre kisebb területre szűkül össze, mert a hidegfront gyorsabban halad a melegfrontnál. Amikor a hidegfront utoléri a melegfrontot és a meleg levegő kiszorul a talajról, *okklúzió* keletkezik. Az összeolvadt hideg- és melegfrontot *okklúziós frontnak* nevezzük. A frontok egyre nagyobb területen olvadnak össze, majd a ciklon lassan feloszlik. Egy ciklon élettartama kb. 5-6 nap, kelet-nyugati mozgása viszonylag gyors.



Az *anticiklon* magas nyomású területet jelent. Itt a levegő a legmagasabb nyomású pont felől kifelé áramlik, az anticiklon közepén leszálló légáramlás jellemző. Az anticiklon többféle módon keletkezhet, kialakulhat például elvonult ciklon, ciklonok mögött, vagy télen nagy kiterjedésű hőmezők fölött, ahol a levegő nagymértékben le tud hűlni (pl. Oroszország, Skandinávia területén).

Általában az anticiklonokban napos, száraz idő a jellemző, a légmozgás gyenge, csak az anticiklon szélén erős. Az anticiklonban felhőképződés általában nincs, mivel a levegő lefelé áramlik. A talajmenti nagy lehűlés miatt azonban télen előfordulhat köd. Nyáron az intenzív besugárzás hatására kialakulhatnak gomolyfelhők, de ezek kicsik maradnak, nem alakulnak ki belőlük zivatarok.

**Időjárás a ciklonban**

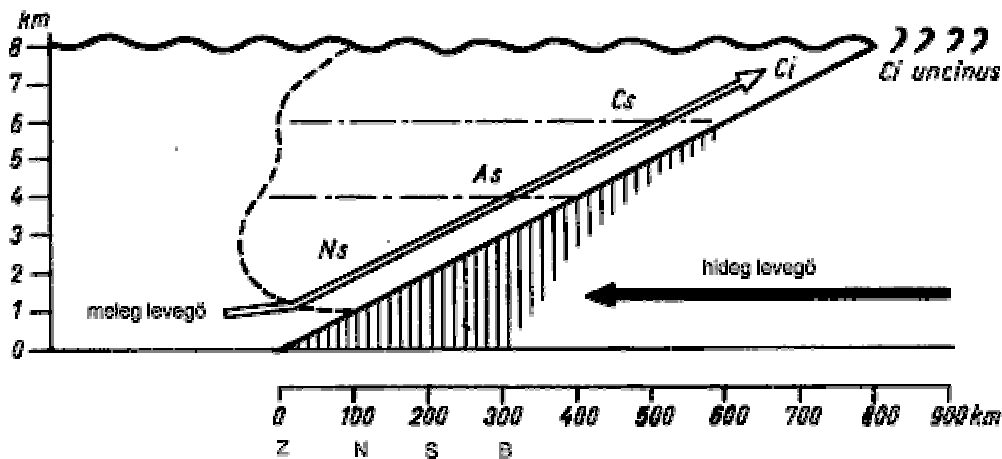


Jelmagyarázat a frontok ábráihoz

Az anticiklonok lassan mozognak vagy igen gyakran egy helyben állnak. Az anticiklonok, ciklonok jellemzően 1000-2000 x 1000-2000 km területen fejtik ki hatásukat.

Vegyük most sorra a gyakorlatban előforduló frontokat részletesebben.

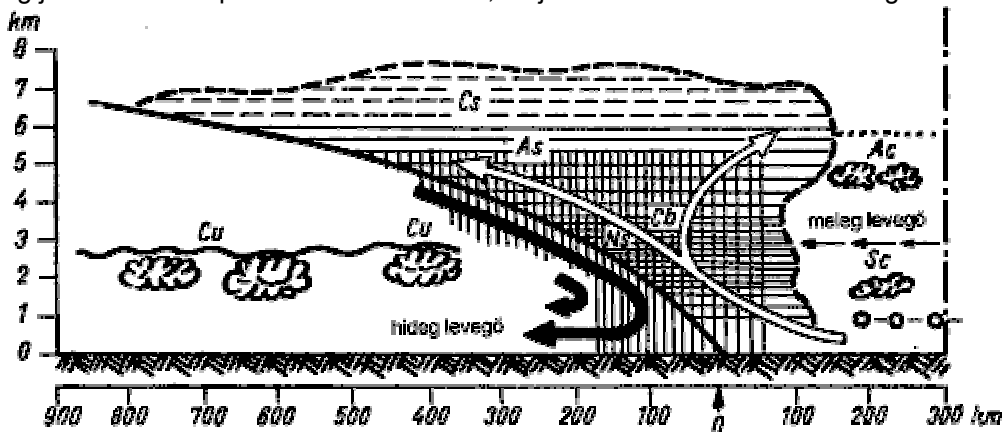
**Melegfront.** A melegfront esetén az érkező meleg, kisebb sűrűségű meleg levegő felsiklik a hideg, nagyobb sűrűségű levegőre. A frontfelület hajlásszöge kicsi, kb. 10-os, ami azt jelenti, hogy olyan szögben áll a frontfelület, mintha Budapesten az Erzsébet téren állva végignézne az Andrássy úton a Hősök terén levő emlékmű tetejét néznénk. A levegő emelkedés során lehűl és felhőképződés indul meg, majd csapadékhullás kezdődik.



A frontfelület elején, még mielőtt a talajon áthaladna a front, Cirrusok jelennek meg a magasban, majd fokozatosan Cirrostratus vonul fel. A Cirrostratus lassan vastagszik és Altostratusba megy át, majd ez szintén tovább vastagodva Nimbostratusnak adja át a helyét. A csapadékhullás kb. 300 km-rel a front talajon való áthaladása előtt elkezdődik. Melegfrontból csendes csapadék hullik, eső vagy hó formájában. A csapadékhullás 6-12 óra hosszát tart, a felhőzet magassága a legvastagabb részen 6-9 km.

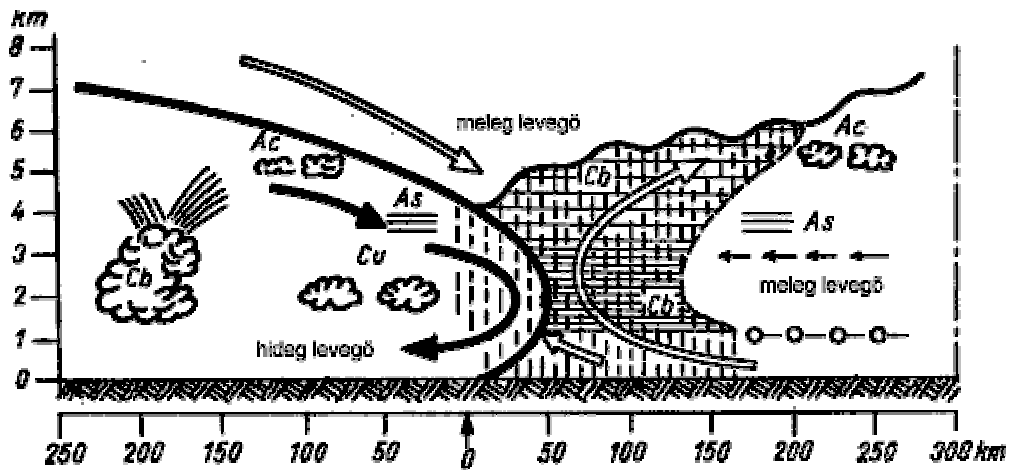
*Melegfront teljes felhőzete és csapadékszónája (a szaggatott vonal az egységes felhőrendszer határát jelzi, amely Cs, As és Ns felhőkből áll; a pont-vonalak a megjelölt felhőfajták határait jelzik. A függőleges vonalkázás tartós csapadékszóna - szitálás, aprószemű eső, vagy aprópelyhű hó)*

A meteorológiai paraméterek változása a melegfrontnál a következőképpen alakul: A talajszél a front előtt általában délkeleti, a front közeledtével megerősödik, röviddel a front átvonulása után éri el a maximumát, majd délnyugati irányba fordul és gyengül. A nyomás a front előtt erősen süllyed, a legnagyobb a változás a front közelében. A front után vagy kis mértékben még csökken a nyomás, vagy nem változik. A hőmérséklet a front előtt a csapadékhullás és párolgás miatt csökken, majd a front áthaladása után emelkedik. A látástávolság a Cirrostratus és az Altostratus alatt magas, majd hirtelen leromlik. A melegfront átvonulása után párásodás jellemző. A csapadék a front előtt esik, majd a front áthaladása után megszűnik.



*Késleltetett hidegfront keresztmetszete*

**Hidegfront.** A hidegfrontnál alapvetően a hideg levegő ékelődik be a meleg levegőbe és felszállásra kényszeríti a meleg levegőt. Az emelés sokkal intenzívebben zajlik le, mint a melegfrontnál. Hidegfrontból kétféle típust különböztetünk meg. Az egyik a lassú hidegfront, amely külső megjelenésében hasonlít az előbb ismertetett melegfrontra, de a heves emelés miatt záporok, zivatarok előfordulása sem ritka. A gyors hidegfront esetében a frontfelület hajlása sokkal nagyobb, meredekebb, mint az előző két esetben. Az emelés még intenzívebb, így ezek a gyors hidegfrontok zivatarokkal járnak. Jellemző felhőzet még a Stratocumulus és az Altocumulus.

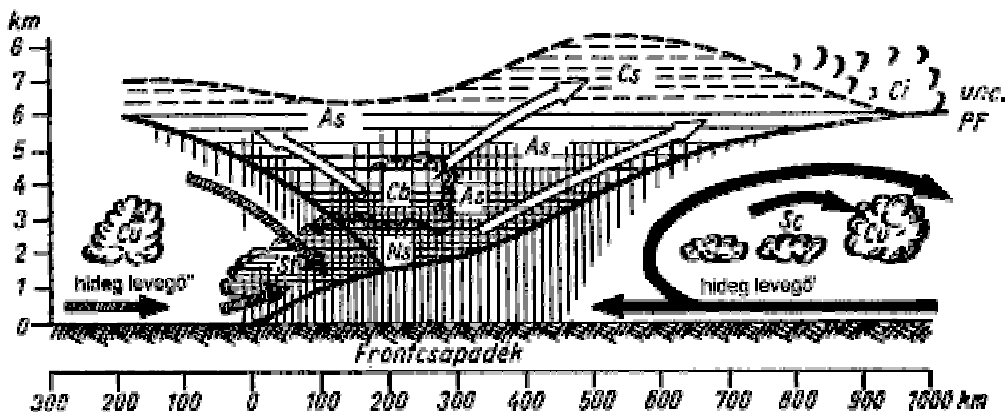
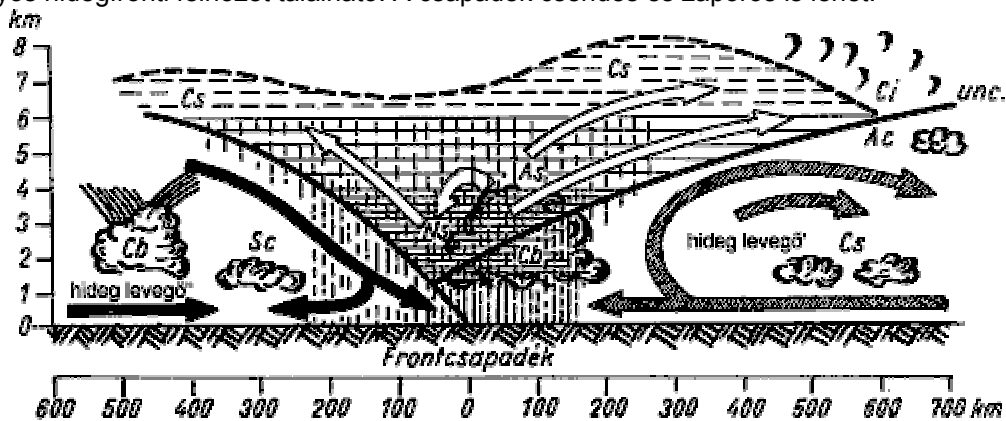


#### Gyors mozgású hidegfront keresztmetszete

A talajszél a hidegfront előtt délnyugati, a frontátvonulással északnyugati lesz, megerősödik és lökéses marad. A lassú hidegfront mögött a szél gyengül, a gyors hidegfront után még napokig erős, viharos maradhat 1-2 napig. A nyomás a front előtt csökken, a front mögött emelkedik.

A hőmérséklet a lassú hidegfront mögött általában csökken. A látástávolság a front mögött javul, csökken a párásság.

Az okklúziós front a már említett módon a hidegfront és a melegfront összeolvadásával keletkezik. Attól függően, hogy a ciklon előoldalán vagy a hátoldalán található hideg levegő a melegebb, megkülönböztetünk *hideg okklúziót* és *meleg okklúziót*. A felhőzetre jellemző, hogy a magasban réteges melegfronti felhőzet alatt gomolyos hidegfronti felhőzet található. A csapadék csendes és záporos is lehet.



#### Melegfront jellegű okklúzió Hidegfront jellegű okklúzió

A frontok negyedik, igen ritka típusa a *veszteglő front*. Ez akkor alakul ki, ha két különböző tulajdonságú levegőtömeget elválasztó front kis területen (100-200 km) ide-oda mozog, de nagyjából egy helyen marad. Ilyenkor a hideg és melegfronti hatások váltakoznak. A csapadék változatos jellegű és halmazállapotú.

Az időjárási frontok hatással vannak az emberre, közérzetére is. A legtöbb ember többé-kevésbé érzékeny valamelyik (vagy mindkét) frontra. Foglaljuk össze, hogy milyen alapvető hatások lépnek fel az egyes frontokkal kapcsolatban.

**Melegfronti hatás:** (a front átvonulása előtt 1-2 órával már jelentkeznek a tünetek)

- ingerlékenység

- zajt, fényt erősebben érezzük
- sértődékenység
- sírásra való hajlam növekszik
- figyelemösszpontosító képesség csökken, közlekedésben a balesetveszély növekszik
- csökken a teljesítőképeség
- a fáradtság hamarabb jelentkezik
- a depressziós hajlamú emberek nyomott hangulatba kerülnek
- az öngyilkossági kísérletek száma nő · idegi feszültség, fejfájás jelentkezhet
- a mozdulatok kapkodóvá, ügyetlenebbé válhatnak
- szaporább légzés, szív működés
- a vérnyomás nő
- vérzésre való hajlam nő az agyban, gyomorban, orrban
- vérrögképződés valószínűsége fokozódik, agy-, tüdőembólia, érelzáródás valószínűsége nő
- az immunrendszer kevésbé hatékony a gyulladás és a fertőző betegségekkel szemben
- fokozódik az anyagcsere
- emelkedik a vércukorszint, cukorbetegség állapota romlik
- a vizelet mennyisége megnövekszik
- étvágytalanság léphet fel, a bélben és a gyomorban felfúvódás állhat be

*Hidegfronti hatás: (a hidegfront átvonulása után jelentkeznek a tünetek)*

- az idegrendszer ingerlékenysége csökken
- megnő a reflexidő, a cselekvési reakciók késnek
- a közlekedésben balesetveszély a reflexidő megnövekedése miatt
- állandó álmoságérzet, nehezebb gondolkodás
- szédülés, kábultság, fejfájás
- hányinger léphet fel
- gyomor-, epe-, vese-, bélgörcsre való hajlam megnő
- nő a szívinfarktus veszélye
- a szív működés lassul, a vérnyomás csökken, a vérzési hajlam csökken
- az ájulási hajlam megnő
- véralvadási és vérrögképződési hajlam nagy, trombózis léphet fel az agyban, tüdőben, végtagokban
- a légúti hurutos megbetegedések gyakorisága megnő
- allergia, asztmás rohamok gyakrabban
- reumás fájdalmak gyakorisága megnő
- lecsökken a vércukorszint
- a test szövetei több vizet kötnek meg
- a vizenyős, ödémás állapot súlyosbodhat, főleg az alsó végtagokon

### **A légköri fényjelenségek, a hang terjedése a légkörben**

Az optika a fizika azon ága, amely a látható fénnel foglalkozik. A légkörbeli fényjelenségek tanulmányozásánál először is szólnunk kell a fénytörés jelenségével. A fénytörés akkor lép fel, ha a fény különböző sűrűségű közegek határára érkezik. Ha sűrűbb közegbe lép be, akkor a beesési merőlegeshez törik, míg, ha ritkább közegbe lép be, akkor a beesési merőlegetől törik. A fehér fényről tudjuk, hogy különböző hullámhosszúságú (frekvenciájú, színű) fényből áll. A különböző hullámhosszú fény viszont különböző erősséggel törik. A leginkább a rövidebb hullámhosszúságú fény (kék) törik, a legkevésbé a legnagyobb hullámhosszú fény (vörös). Ennek a hullámhosszfüggő fénytörésnek lehetünk tanúi a prizmánál, vagy a légkörben a szivárványnál.

A légkörben előfordul szóródás is, ami azt jelenti, hogy a légkört alkotó gázok molekulái valamint a lebegő porszemcsék, részecskék a rájuk eső fényt minden irányban szétszórják. A szórás mértéke a kis hullámhosszúságú fényénél nagyobb (kék), mint a nagy hullámhosszúnál (vörös).

A szóródás következménye, hogy az eget kéknek látjuk, mert a Nap irányából érkező napsugárzásból a kék szóródik leginkább és ha az égre nézünk, akkor ezt a szórt sugárzást látjuk. Szintén ennek a következménye a naplemente vöröses színe. A Nap ilyenkor már alacsonyan áll a horizont fölött, a napsugarak a légkörben hosszabb utat tesznek meg, mint délben. A rövidebb hullámhosszú fény nagy része már kiszóródik a napsugár nyálából, így a Nap irányából érkező napsugárzásban már nagyrészt a vörös dominál.

A leggyakoribb optikai jelenség a légkörben a szivárvány. Szivárványt akkor láthatunk, ha hátunk mögül süt a Nap és a szemközti égbolt esőcseppekkel van tele, pl. egy elvonult zivatar után. Ilyenkor az történik, hogy a vízcseppeken a fény törést szenved és visszaverődik a szemünkbe. Ehhez bizonyos geometriai



elrendeződés szükséges, úgyhogy a szivárványt a napsugárzás irányához képest mindig 42 o-os ívben látjuk. A színe a fénytörés miatt alakul ki, a vörös a legkülső, a kék a legbelső ívben helyezkedik el.

Előfordulhat, hogy egy második, gyengébb ív is keletkezik, amelyben a színek sorrendje fordított.

A másik gyakran előforduló jelenség az úgynevezett *halojelenség*. A halojelenség akkor jelentkezik, amikor magas felhők (Ci, Cs) jégkristályain törik meg a fény. Ebben az esetben a Hold vagy a Nap körül fényes udvar, halo gyűrű alakul ki. A kis halo gyűrű fél nyílásszöge 22o, belül barnászvörös színű, kívül pedig kékesfehér.

A ritkábban látható nagy halo gyűrű 46o-os. Viszonylag ritka jelenség a melléknap is, amikor az égen a Naptól eltérő másik irányban fényes kört lehet látni. A halojelenség a következő rossz idő előjele lehet, mivel például a melegfront előtt Cirrusok és Cirrostratus vonul fel.

A *légköri tükröződések* is tulajdonképpen a fénytörés következményei. A levegőben a fénytörés mértéke a sűrűségtől és a hőmérséklettől függ. Mivel a légkörben a sűrűség a magassággal lefelé nő, a légkörbe belépő napsugárzás (vagy éjjel a csillagok fénye) az eredeti irányától fokozatosan eltér. Ez teljesen szokványos jelenség.

A sűrűség és emiatt a fénytörés mértéke megváltozhat ugrásszerűen is egy-egy légréteg határán, ekkor ugyanarról a tárgyról egyszerre több kép is a szemünkbe juthat. Ha a tárgy képét a valóságos helye fölött látjuk, felső tükrözésről beszélünk. Ez akkor fordul elő, ha a felszínen a levegő hidegebb és fölöttünk közvetlenül egy meleg réteg van jelen (sarkvidékeken vagy hideg óceáni felszín fölött). Ellenkező eset áll elő, ha a talaj felszíne az erős besugárzás következtében nagyon felhevül és a felszín közeli légréteg hőmérséklete szintén magassá válik (gyakori a füves pusztákon, aszfalt utakon). Ilyenkor a képeket a valóságos helyzetükhöz képest alacsonyabban látjuk (alsó tükrözés). Tipikus esete, amikor a betonutat vizesnek látjuk: ilyenkor tulajdonképpen az eget látjuk.

A hang terjedési sebessége szabadon álló és mozdulatlan hangforrás esetén, homogén hőmérsékletű, száraz, tiszta, mozdulatlan légkörben minden irányban azonos (kb. 330 m/s). A gyakorlatban a szélsébség illetve a hőmérsékleti viszonyok befolyásolják lényegesen a hang terjedését. Ha fúj a szél, a hangsebesség a szél irányában nagyobb, míg a széllel szemben kisebb lesz. A hőmérséklet általában a talaj közelében a magassággal csökken. Ekkor a hanghullámok a talaj közelében előreszaladnak, majd a felszíntől elszakadva felfelé kanyarodnak. Ilyenkor a hangforrás közvetlen közelében is előfordulhat, hogy a hang nem jut el hozzánk. Ha azonban a hőmérséklet a magassággal növekszik (inverzió), a hangsebesség felfelé nő, ezért a hanghullámok a talaj felé kanyarodnak. Ekkor a hang a talaj mentén jól terjed.

Amikor a hanghullámok melegebb réteg határára érnek, arról vissza is verődhetnek. Ha a légkörben inverziós réteg van, akkor a hang visszaverődése különösen erős lehet. Ilyenkor pl. a repülőgépek zúgását az inverziós réteg alatt nagyon erősen halljuk, míg amikor feljebb emelkedik, a hangjuk hirtelen elgyengül.

### **Népi megfigyelések, tapasztalati tények**

A következőkben álljon itt néhány praktikus jel, ami az időjárás javulására vagy romlására utalhat. Meg kell azonban jegyezni, hogy mindig az összes jelet együttesen kell szemlélni, egyetlen jel alapján téves következtetésre juthatunk. Az időjárást folyamatosan kell nézni, egy adott pillanat alapján szintén téves következtetést vonhatunk le. Próbáljunk folyamatokat tekinteni, megérteni mi is történhet a légkörben.

### **Az időjárás romlásának jelei**

1. *A csendes és tartós jellegű csapadékhullás előjelei:*

- élénk, majd mérséklődő DK-i szél, csökkenő légnyomás, égbolton megjelenő Ci, Cs, halojelenség, egyre inkább szürkülő ég, D-i irányból a felhőzet lassan beborítja az eget, vastagodó felhőzet, eltűnik a Nap vagy Hold korongja, csendes eső havazás indul meg, a felhőzet tovább vastagodik, a folyamat 6-12 óra alatt zajlik le (lásd melegfront lefolyása)
- a hőmérséklet éjszaka nem csökken, nappal nem melegszik számottevően (csak a front után)
- a hajnali-reggeli harmat- illetve dérképződés elmarad
- a napközben képződött gomolyfelhők estére nem oszlanak fel
- a távoli zajok, harangszó, vonatdübörgés jól hallható
- emberek, állatok nyugtalanná, ingerlékenyvé válnak
- a hangulat nyomott, a figyelem, koncentráció csökkenése miatt a balesetveszély nő
- a csapadékhullás kezdete előtt 15-20 perccel az énekesmadarak elcsendesednek

### **2. Az napi időjárásromlásra, változásra utaló jelek**

- reggel:
  - a fátyolosan kelő nap a déli óráktól kezdődő csapadékos időjárást jelez
  - a harmat és dérképződés elmarad
  - reggeli szivárvány hamar bekövetkező záporosít jelez
- napközben: délutáni záport, zivatart jeleznek a felmelegedés hatására kialakuló helyi portölcsérek, forgószelek, gomolyfelhő-képződés

- este: éjszakai záport, zivatart jelezhet a délies irányú szél kíséretében alkonyatkor Ny felől meginduló erős gomolyfelhő-képződés
- az állatok viselkedése is jelezheti: a macska sokat mosdik, a kakas gyakran kukorékol, a verebek a porban fürdenek, a fecskék alacsonyan repülnek, a szárnyas rovarok csípnek, a pók a hálója sarkában begubózik

### 3. Másnapi időjárásromlásra, változásra utaló jelek

- napközben, vagy éjjel a szél iránya az óramutató járásával ellentétesen (pl. ÉNy-ről, DNy-ra) változik, megerősödik
- a nap fátyolfelhőzet mögött nyugszik le (Ci, Cs)
- a baromfiudvar lakói még jóval alkonyat után is kapirgálnak
- a magasan szálló repülő mögött hosszú kondenzcsík képződik, sokáig megmarad, lassan É felé sodródik
- a csillagok fénye nyugtalan, hunyorgó

### Az időjárás javulás és a tartós jó idő jelei

#### 1. Az időjárás javulás jelei:

- lassú javulás, ha a tartós csendes esőt hirtelen záporosó váltja fel, a szél megerősödik
- a csapadékhullás megszűntével a felhőzet egyre magasabbra emelkedik, feloszlik
- a látástávolság jelentősen javul, a légnyomás emelkedik
- napközben a szél az óramutató járásával egyezően fordul (pl. DNy-ről ÉNy-ra), megerősödik, a magasban is É-ről fúj
- énekesmadarak ismét énekelnek, fecskék ismét magasan repülnek
- a csapadékvíz elvonulását jelzi az alkonyat előtti szivárvány
- a nyomott hangulat, feszültség oldódik, emberek, állatok megnyugszanak

#### 2. A másnapi jó idő jelei:

- a délelőtt képződött lapos gomolyfelhők délutánra feloszlanak, ég kitisztul, a szél lecsendesül vagy teljes szélcsend lesz
- erős az éjszakai harmatképződés
- éjszakára köd keletkezik a völgyek alján, este a dombon melegebb van, mint a völgyben (ld. inverzió!)
- a magasan szálló repülőgép mögött rövid kondenzcsík
- a csillagok fénye nyugodt
- a baromfiudvar lakói alkonyat után nyugovóra térnek, a pók szövi hálóját

---

#### Felhasznált irodalom:

- Sz. U. Goncsarenko: *Meteorológiáról mindenkinek. Műszaki Könyvkiadó, 1985.*
- Dr. Koppány György: *Felhők. Búvár zsebkönyvek, Móra Könyvkiadó, 1978.*
- Czesław Szczeciński: *A meteorológiáról mindenkinek. Műszaki Könyvkiadó, 1967.*
- S. Dunlop, F. Wilson: *Weather Forecasting. The Hamlyn Publishing Group Limited, 1982.*
- Máhr Jenő, Varga-Haszonits Zoltán: *Az időjárás előrejelzése és a mindennapi élet. Gondolat Kiadó, 1978.*