

Drónok a precíziós mezőgazdaságban

Olvasólecke

Előadó:  Dr. habil. Restás Ágoston	Feladat időtartama:  Törzsanyag feldolgozása kb. 45 perc Csak haladóknak tananyag feldolgozás: kb. 90 perc	Téma: Meteorológiai alapismeretek
---	---	--

METEOROLÓGIAI ALAPISMERETEK REPÜLÉSMETEOROLÓGIA –DRÓN REPÜLÉSEK

Bevezetés

A meteorológia görög eredetű szó, amely a meteora és a logos szavak összetételéből keletkezett, jelentése pedig az ég és föld között lejátszódó jelenségek tudománya. A meteorológián belül több szakterület alakult ki, többek között az éghajlat (klimatológia), **repülésmeteorológia**, biometeorológia, agrometeorológia, előrejelzés, levegőkémia. Az olvasólecke anyaga néhány repülésmeteorológiai témára és a drón repülések jellegzeteségeire fókuszál.

Az időjárás fogalmára szakirodalomtól függően többféle meghatározást is találunk, amelyek közül itt két példa olvasható:

1. Az időjárás egy adott helyen, rövidebb időszak alatt a környezettel állandó kölcsönhatásban lévő 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 milliommód 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, nitrogénoxidokat, port, stb. tartalmaz.

Csak haladóknak!

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 molekulasúlyuk szerint rendeződnek. A légkör ezen részét ezért heteroszférának is nevezik. A talajfelszínen a földi átlag hőmérséklet 15 °C. 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 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 szélsendő és a derült, felhőtlen éjszaka. Ekkor a földfelszínről a kisugárzás nagy, emiatt a felszín közelében nagy a lehűlés.

A LÉGNYOMÁS

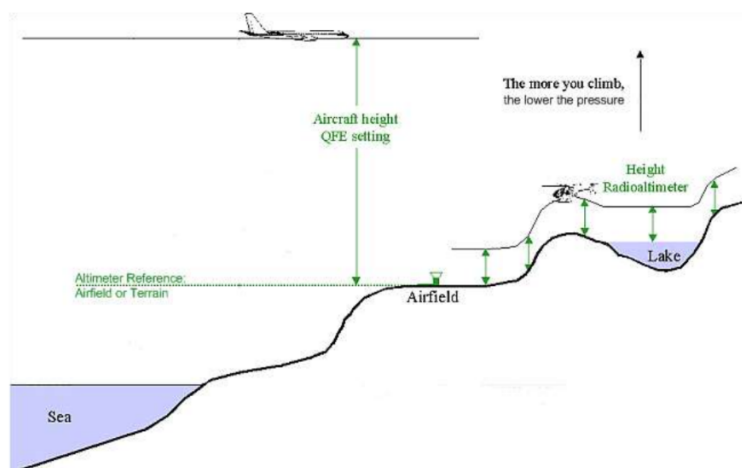
A légnyomás a gravitáció következménye, a felszínen merhető légnyomás az adott légoszlopban az egymás fölötti gázmolekulák súlya. A légnyomást mérésére a barométert használjuk. A légnyomás a tengerszinten átlagosan 1013 hPa, 5500 méteren ennek már csak körülbelül a fele (500 hPa), 11000 méteren pedig negyede (250 hPa).

A légkörben nem csak függőlegesen, hanem vízszintesen is vannak nyomáskülönbségek, a más-más eredetű és hőmérsékletű légtömegekben a légnyomás értéke is eltérő. Mivel a légnyomáskülönbségek kiegyenlítődére törekszenek, ezért a magas légnyomású területek felől

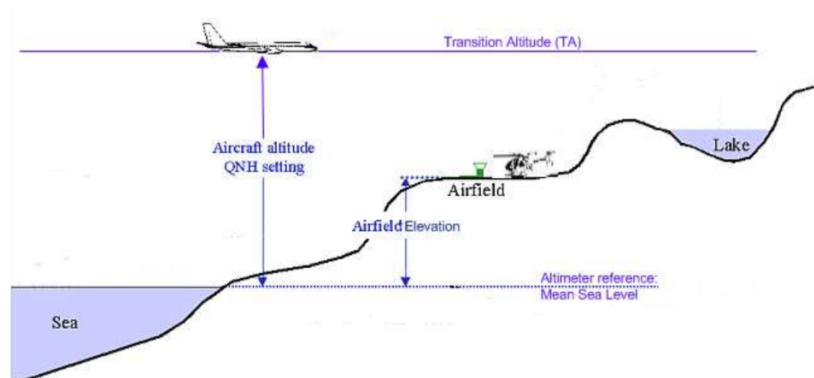
az alacsonyabb légnyomású területek felé légáramlás (szél) indul el. A légnyomás egy adott földrajzi ponton állandóan változik az időben, a légnyomás időbeli viselkedésének vizsgálata az időjárás előrejelzése szempontjából fontos, mert az időjárás változását okozó frontok mindig a légnyomás süllyedésével járnak.

Egyszerű szabályként elmondhatjuk, hogy erősen süllyedő vagy tartósan alacsony légnyomásnál idő romlás illetve változékony idő várható, míg erősen emelkedő vagy tartósan magas légnyomásnál időjárásjavulás, jó idő várható.

A nagygépes és kisgépes repülések során szükségünk van a különböző légnyomás adatokra. A repülőtér helyén, pontosabban a futópálya küszöb fölött 3 m-es magasságban lévő légnyomás jelölésére a **QFE** rövidítést alkalmazzuk. Ennek szemléltetését mutatja a következő ábra:



A másik fontos jelölés a **QNH**, amelyet a légnyomásérték, amelyet a magasságmérő a landolás pillanatában a műszer a repülőtér tengerszint feletti magasságát mutatja. Ezt sztenderd magasságnak is szoktuk mondani, amelyet a következő ábra szemléltet.



A mezőgazdasági célú drón repülések során a légnyomásmérésen alapuló magasságmérésre többnyire nincs szükség.

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 kiegyenlítődére törekszenek, az így meginduló, kiegyenlítődére 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 meteorológiában a szélesebességet általában m/s-ban, a köznapi 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 szellőkés általában 20-40 %-kal haladja meg a szél átlagsebességét.

Fontos!

A szél többféleképpen is hatást gyakorol a mezőgazdasági célú drón repülésünkre. Egyrészt, a drón üzemeltetési utasításában a gyártók meghatározzák azt a legnagyobb szélesebességet, amelyben a drón még biztonságosan üzemeltethető, így azt mindenképpen figyelembe kell venni. ***A meghatározott maximális szélesebesség fölött a repülést be kell fejezni!*** A másik fontos tényező, hogy szélben történő permetezés során a drónunk bár képes a meghatározott útvonalat tartani, a permetlére, miután elhagyta a fúvókákat, már nincs ráhatásunk, így az a cseppekre ható nehézségi erő, a rotorszél és a környezeti szél együttes hatása alapján fog tovább mozogni. Meg kell jegyezni, hogy a drónok üzemeltetésében előírt maximális szélesebesség mindig magasabb, mint a hatékony permetezés maximális szélesebesége, így a munkarepülések küszöbértékének meghatározásánál ez utóbbit célszerű figyelembe venni.

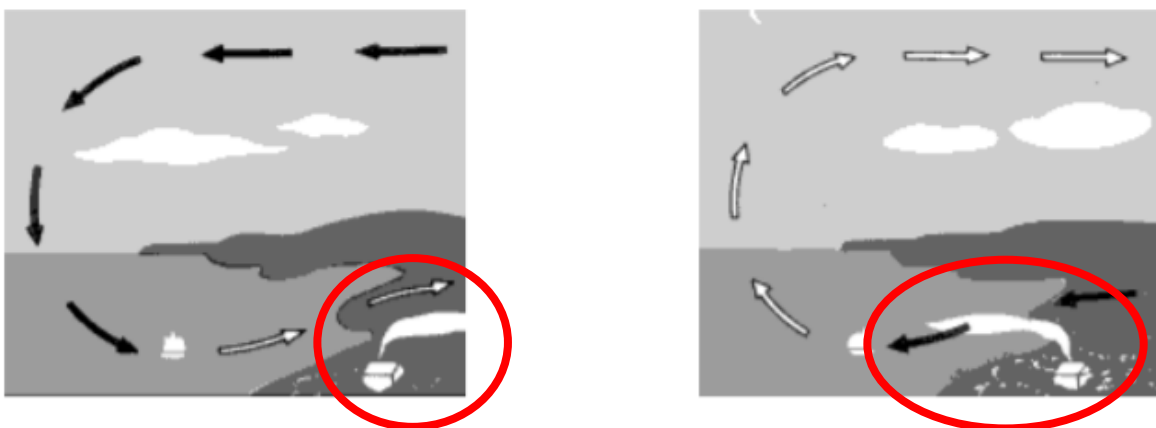
A szélirányon azt az irányt értjük, ahonnan a szél fúj. Az uralkodó szélirány pedig az a szélirány ahonnan a legnagyobb gyakorisággal fúj a szél egy adott földrajzi ponton. Ez a mérsékelt földrajzi szélességeken, így hazánkban is csak 15-35 % relatív gyakoriságot jelent, tehát korántsem mindig ebből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

FONTOS!

A mezőgazdasági célú repülések során mindig célszerű figyelembe venni a helyi meteorológiai viszonyokat, így különösen a szelet, amely változatos domborzati viszonyok között akár jelentős és gyorsan változó tényező is lehet. A drónok programozott repülései miatt ez sokszor megtévesztő, mivel az automatikusan programozott útvonalakat a drón vezérlése az üzemeltetési utasításban meghatározott értékig képes úgy stabilan tartani, hogy közben a permetcseppek nem kívánt elsodródást szenvednek, jelentősen csökkentve a permetezés hatékonyságát, vagy akár teljesen hatástalanná is teheti a permetezést, sőt, érzékeny szomszéd kultúrák esetén azokban károkat is tud okozni.

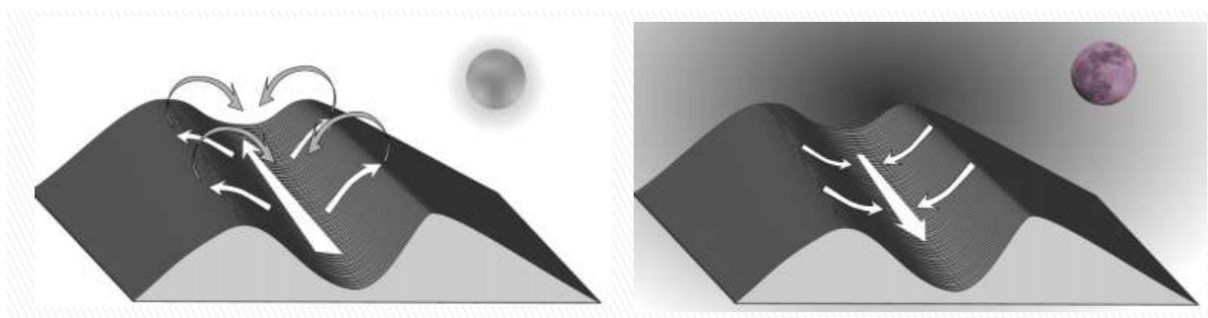
A szél lökésességét is figyelembe kell vennünk. *A lökések erejétől függően az már nem csak a permetezés hatékonyságára van hatással, de akár a drónunk repülésbiztonságára is hatással lehet, könnyen lezuhanást, géptörést okozva.*

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).



3. ábra. A szél általános körforgása különböző felmelegedési jellemzőkkel bíró környezetben (tenger – szárazföld). A piros körrel jelzett füstoszlop jól mutatja a szél irányát.

A hegyvidéki szél szintén napszaktól függő irányú helyi szél. Nappal a hegyoldalakon 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). *A domborzat okozta szélirány változások elsősorban a napnyugta időszakára tervezett drónos permetezésünket befolyásolhatja.*



4. ábra. A hegyvidék befolyásoló hatása a szélre. Nappal fölfelé áramlást (bal), napnyugta után lefelé áramlást (jobb) tapasztalunk.

CSAPADÉK- ÉS FELHŐKÉPZŐDÉS, OSZTÁLYOZÁS

A víz három halmazállapotban is jelen van a légkörben. Légnemű halmazállapotban vízgőz formájában van jelen a víz, folyadékállapotban az esőcseppekre kell gondolnunk, szilárd halmazállapotban vannak például a jégszemek, vagy a nagyon magas felhők jégtüi. 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.

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.

A köd és annak hatása a repülésre

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. 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.



5. ábra. Drón repülés ködös időben. A kontúrok a távolsággal arányosan elmosódnak, a köd sűrűsége, mozgása miatt a közvetlen kapcsolat könnyen elveszíthető, ezért a repülést ilyen körülmények között kerülni kell.

A hideg, ködös időben a drón jegesedésének kockázata is magasabb, az adatfelvételezés minősége a legtöbb esetben drasztikusan csökken, a permetezés hatékonysága pedig kétséges. A repülésbiztonság elsődleges figyelembevétele mellett a munkarepülések hatékonyságának csökkenése miatt is a ködös időben való repülést kerülni kell.

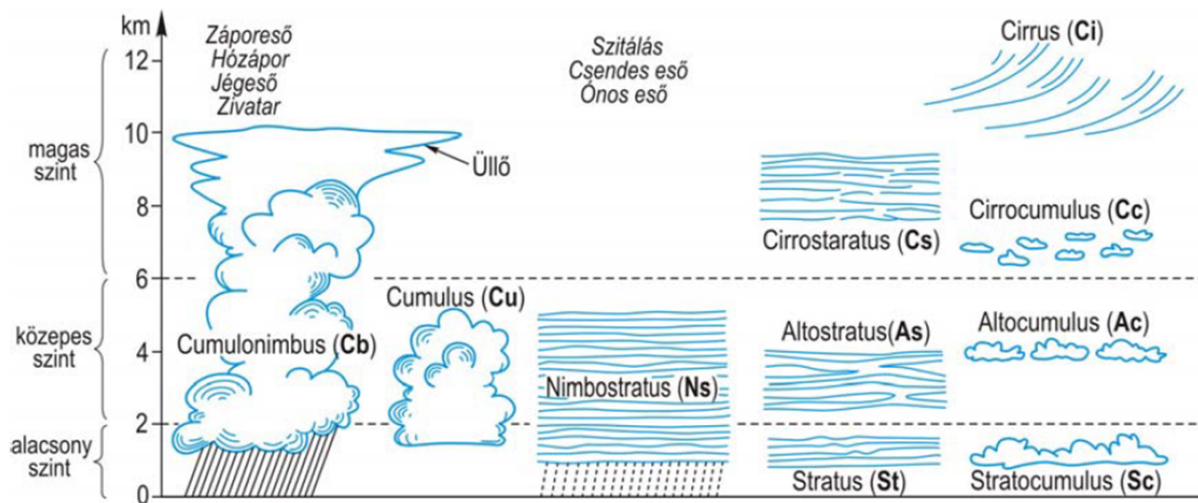
Felhő- és csapadékképződés

A csapadék (kivéve a nemhulló fajtákat) felhőből esik, ezért a csapadék és felhőképződést érdemes együtt tárgyalni. 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 FELHŐK OSZTÁLYOZÁSA

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 Meteorológiai Világszervezet (WMO) hivatalos osztályozása a magasság és forma szerint tesz különbséget a felhőosztályok között. Magyar név szerint megkülönböztethető **pehelyfelhő** (Ci), **fátyolfelhő** (Cs), **báránfelhő** (Cc), **lepelfelhő** (As), **párnafelhő** (Ac), **gomolyos rétegfelhő** (Sc), **rétegfelhő** (St), **gomolyfelhő** (Cu), **esőrétegfelhő** (Ns), **zivatarfelhő** (Cb).



6. ábra. A különböző felhőtípusok magasság szerinti felosztása.

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 m² területre 1 mm csapadék hullik, akkor annak a térfogata 1 dm³, vagyis 1 liter folyadékról van szó.

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. 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.

Az erősen turbulens légáramlások és a villámok miatt zivataros időben tilos repülni!

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 táulás 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.

A zivatar időben nem tart sokáig, általában 0.5-1 óra között van a hossza. Rövid ideig tart tehát, de igen intenzív csapadékhullást eredményezhet és nagyon rövid idő alatt is nagy mennyiségű csapadék hullhat le. Zápor, zivatar esetében előfordul, hogy felhőszakadás következik be.

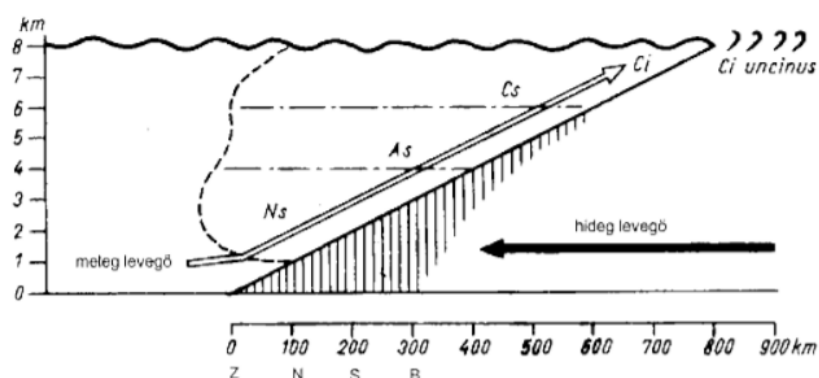
NAGYKITERJEDÉSŰ LÉGKÖRI MOZGÁSRENDSZEREK

A nyomás nem csak függőleges irányban változik, hanem vízszintes irányban is vannak különbségek. Ha egy térképre ezeket a nyomásértékeket felrajzoljuk és összekötjük az azonos nyomású pontokat 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 viszonylag ismert utakon közlekednek általában nyugatról keletre. A keletkezésük eltérő hőmérsékletű, sűrűségű levegőtömegek határához köthető. 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.

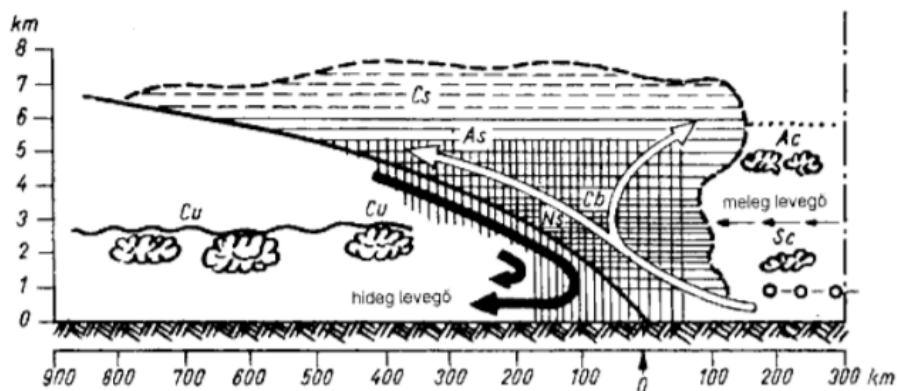
Az anticiklon magas nyomású területet jelent. Itt a levegő a legmagasabb nyomású pont felől kifelé áramlik, az anticiklon közepén leszálló légáramlás jellemző. Általában az anticiklonokban napos száraz idő a jellemző, a légmozgás gyenge, csak az anticiklon szélén erős. Az anticiklonban felhőképződés általában nincs, mivel a levegő lefelé áramlik. A talajmenti lehűlés miatt azonban télen előfordulhat köd. Nyáron az intenzív besugárzás hatására kialakulhatnak gomolyfelhők, de ezek kicsik maradnak, nem alakulnak ki belőlük zivatarok.

Melegfront. A melegfront esetén az érkező meleg, kisebb sűrűségű meleg levegő felsiklik a hideg, nagyobb sűrűségű levegőre. A frontfelület hajlásszöge kicsi, kb. 1° -os. A levegő emelkedés során lehűl és felhőképződés indul meg, majd csapadékhullás kezdődik. A frontfelület elején, még mielőtt a talajon áthaladna a front, a magas szintű felhők fokozatosan alacsonyabb szintűekkel cserélődik fel, végül csapadékfelhők jönnek. 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.



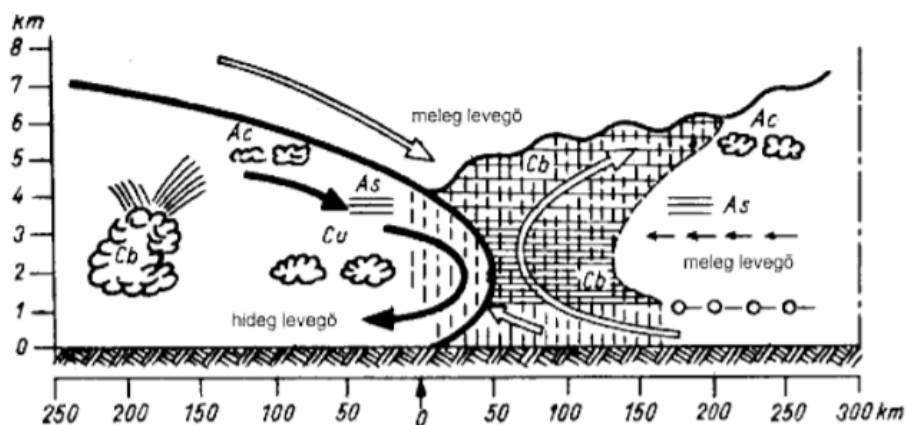
7. ábra. Melegfront teljes felhőzete és csapadékzónája (a szaggatott vonal az egységes felhőrendszer határát jelzi, amely Cs, As és Ns felhőkből áll; a pont-vonalak a megjelölt felhőfajták határait jelzik. A függőleges vonalkázás tartós csapadékzóna - szitálás, aprószemű eső, vagy aprópelyhű hó)

A meteorológiai paraméterek változása a melegfrontnál a következőképpen alakul: A talajsél 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 páráság jellemző. A csapadék a front előtt esik, majd a front áthaladása után megszűnik.



8. ábra. Késleltetett hidegfront keresztmetszete.

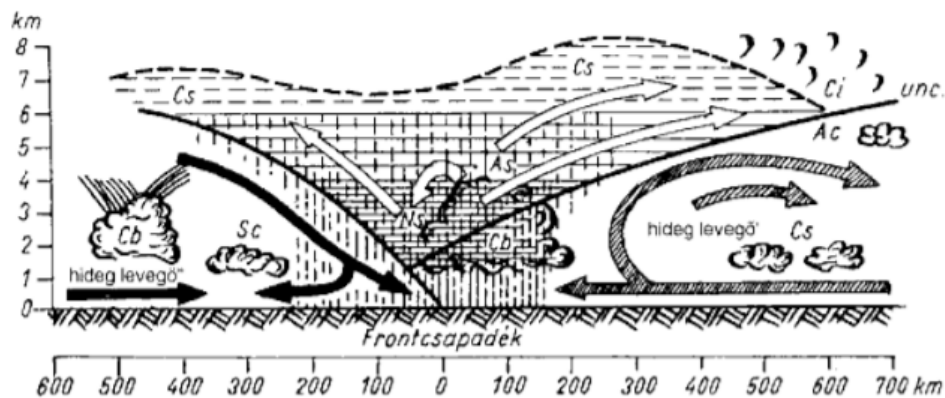
Hidegfront. A hidegfrontnál alapvetően a hideg levegő ékelődik be a meleg levegőbe és felszállásra kényszeríti a meleg levegőt. Az emelés sokkal intenzívebben zajlik le, mint a melegfrontnál. Hidegfrontból kétféle típust különböztetünk meg. Az egyik a lassú hidegfront, amely külső megjelenésében hasonlít 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.



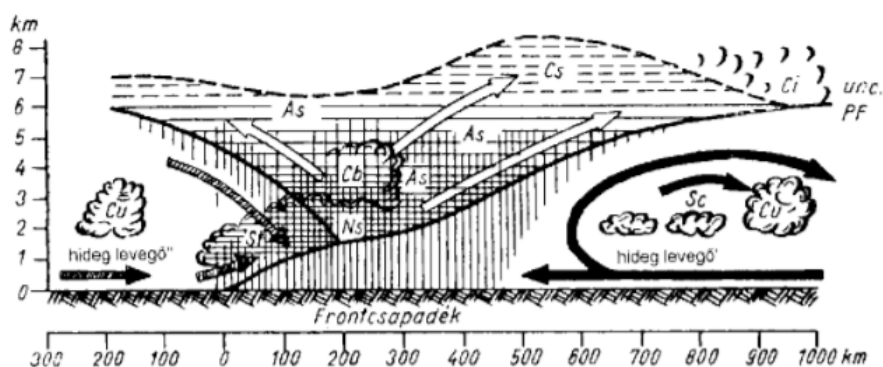
9. ábra. Gyors mozgású hidegfront keresztmetszete.

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.



10. ábra. Melegfront jellegű okklúzió.



11. ábra. 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.

Haladóknak!

Jegesedés esettanulmány a következő linken található:

http://epa.oszk.hu/02600/02694/00055/pdf/EPA02694_rtk_2011_2_Koczor_E_Simon-S_Wantuch-F.pdf

Ellenőrző kérdések:

1. Mondjon a repüléshez kapcsolódóan légnyomásra jellemző paramétereket!
2. Ismertesse a szél kialakulásának okát és hatását a repülésre!
3. Mondjon legalább öt különböző felhőtípust!
4. Ismertesse a hidegfront kialakulásának folyamatát!
5. Ismertesse a melegfront kialakulásának folyamatát!

Jelen tananyag a Szegedi
Tudományegyetemen
készült az Európai Unió
támogatásával.
Projekt azonosító: EFOP-
3.4.3-16-2016-00014

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE