



Globális környezeti problémák és fenntartható fejlődés modul

Környezeti elemek védelme I. Levegőtisztaság védelme

KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI AGRÁRMÉRNÖKI MSC
TERMÉSZETVÉDELMI MÉRNÖKI MSC



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



A „tisztá” légkör tulajdonságai II. Időjárás és légszennyezés

2. előadás

4.-6. lecke



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



A légkör állapotjelzői: hőmérséklet, nyomás és sűrűség

4. lecke



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



A légkör állapotjelzői

Amennyiben vizsgált légkörünk:

- csak a fő légköri alkotókat tartalmazza,
- nem tartalmaz vízgőzt,
- légmozgás nincs benne, akkor a minta légkörünk kizárólag a három állapotjelzővel is jól jellemezhető. Ezek az alábbiak:
 - léghőmérséklet
 - légnyomás
 - sűrűség (vagy térfogat)





A léghőmérséklet [T (kelvin, K), t (celsius fok, °C)]

- Intenzív állapotjelző
- A hőmérséklet az anyag elemi részecskéinek rendszertelen mozgása. Ez a mozgás a Brown féle mozgás, vagy rezgőmozgás
- A mozgás kinetikai energiája arányos az anyag hőmérsékletével. Minél magasabb a hőmérséklet, az anyag mozgásának intenzitása annál nagyobb
- A hőmérséklet kifejezésére skálákat használunk





2. táblázat Hőmérsékleti skálák

	Beosztás	A jég olvadáspont- jának hőmérséklete átlagos légköri nyomáson	A forrásban lévő víz feletti vízgőz hőmérséklete átlagos légköri nyomáson
Celsius (t)	100	0°C	100°C
Kelvin (T)	100	273,15 K	373,15 K
Fahrenheit	180	32°F	212°F
Reummer	80	0°R	80°R



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



A légnyomás (p)

- Egységnyi talajfelületre (A) nehezedő levegőoszlop súlya:

$$p = \frac{F}{A} \quad \left[\frac{N}{m^2} = Pa \right]$$

Mértékegysége a meteorológiai gyakorlatban: hPa
vagy mbar (ez utóbbi csak itt engedélyezett!)





Izobar vonalak – azonos légnyomást
összekötő vonalak. Tengerszinti értékei
kirajzolják az ún. légköri
nyomásképződményeket.

Adott helyen a ténylegesen mért értékei a
domborzatot rajzolja fel, időjárás tartalma
korrekciók nélkül nincs.

Fontosabb kapcsolt jellemzői: a szél és
szerepe





A légnyomás korrekciózása

A légnyomást mindig zárt térben mérjük. Az etalonként alkalmazott műszer nagyon érzékeny.

Több korrekcióra is szükség van gyakorlati alkalmazásakor.

- a) A higanyos barométerben felemelkedett higanyszál hossza, - mely az aktuális légnyomással tart egyensúlyt – nem csak a légkör súlyának függvénye, hanem a műszert körülvevő, esetünkben a műszerszoba hőmérsékletének is. Ennek figyelembe vétele a *hőmérsékleti korrekció*





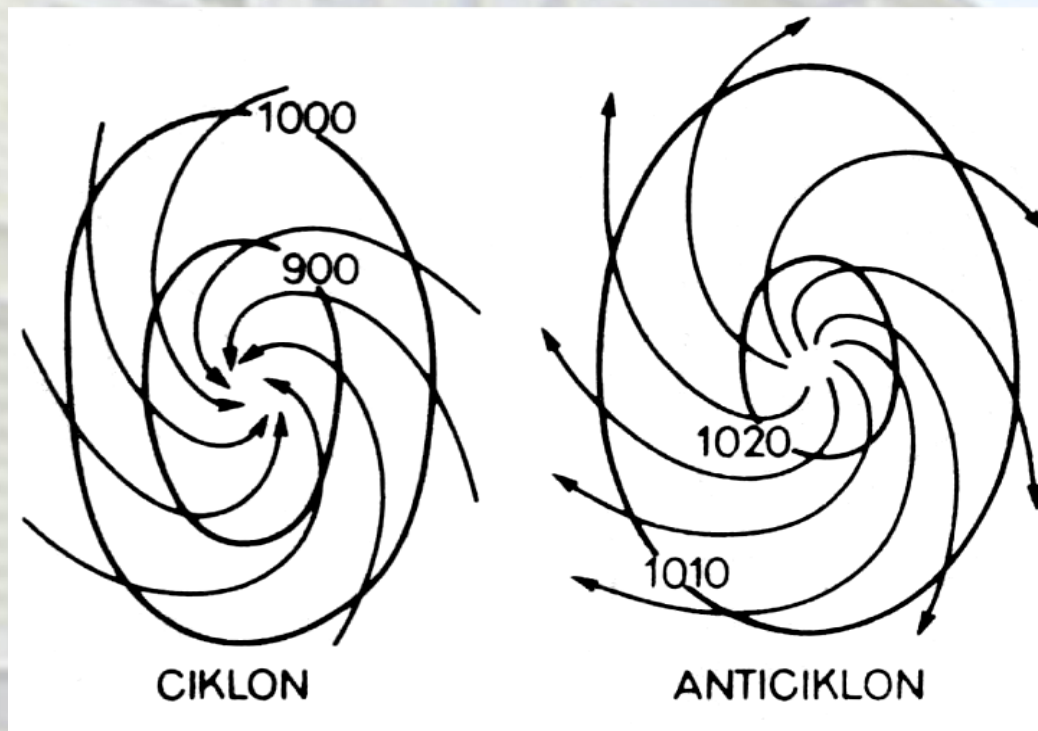
b) A légnyomást az adott földrajzi hely felett elhelyezkedő levegőoszlop vastagsága determinálja, ezért időjárás tartalmának eléréséhez azt először a tenger szintjére kell átszámolni, hogy a Föld különböző pontjaiban mért értékek összehasonlíthatók legyenek.

Az otthoni, szobában tartott barométer adatai ennek köszönhetően csak a változás tendenciájának követésére alkalmasak, abszolút értékben időjárás információt nem hordoznak.

Az így végrehajtott korrekció neve *tengerszinti redukció*.
Körkörösén záródó izovonalak csak az átalakított légnyomásokból nyerhetők.



9. ábra Nyomásképződmények a légkörben: a ciklon és az anticiklon



Az áramlás iránya (nyilak) az északi féltekén



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



• A nyomásképződmények rövid időjárás tartalma, következmények

Ciklonáris időjárási helyzetben: felfelé irányuló légmozgás, lehűlő levegő, mely előbb-utóbb telítetté válik, s a csapadékképződés folyamata elindul

Anticiklonáris időjárásnál a lefelé irányuló légmozgás dominál, mely szárító hatású, a levegő felmelegedésével jár. Csapadék belőle nem várható. Tiszta, felhőmentes idővel jár.





A levegő sűrűsége

- A levegő sűrűsége az egységnyi térfogatban foglalt tömeg:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \left[\frac{kg}{m^3} \right]$$

- Fajlagos vagy specifikus térfogat a levegő sűrűségének reciproka, az egységnyi tömegű gáz által elfoglalt térfogatot jelenti meg:

$$\frac{1}{\rho} = \frac{m}{V} \quad \left[\frac{m^3}{kg} \right]$$



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Gáztörvények – állapotváltozók közti kapcsolat

A légmozgás elemei – advekció fogalma

5. lecke





A három állapothatározó közti kapcsolat – a gáztörvények

- Boyle-Mariotte törvény (k: állandó érték)

$$pV = k$$

- Gay-Lussac törvény: ideális gáz állandó V melletti állapotváltozását adja:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

- Egyesített gáztörvény (előző kettő + Charles törvény együttes figyelembe vételével)

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$





Általános gáztörvény:

$$p V = n R T$$

Jelentése: a tömegegységnyi (1 mol) gáz állapotváltozói, a térfogat (V), a nyomás (p) és a hőmérséklet (T) közti kapcsolat leírása. Az n a gáz anyagmennyisége mólban kifejezve

Egy mólnyi mennyiség minden anyagban megegyezik a C12-nak 0,012 kg-jában lévő atomszámmal. Ez az érték az Avogadro szám: 1 mólnyi anyagban **$6,022 \cdot 10^{23}$ db** részecske található





Az időjárás és a légszennyezés közti kapcsolat

1. *A légmozgás*
2. *a léghőmérséklet és*
3. *a légnyomás hatásai*

Komplexitás a meteorológiai elemek (időjárás) megjelenésében mindig érvényesül! A felsorolt állapotjelzők soha nem egyenként elkülönülve vannak jelen, melynek következménye, hogy az eredő hatásukban mindhárom elem együttesen van jelen.





1. A légmozgás elemei

- Advekció – ez a hagyományos értelemben vett „szél”
- Konvekció – felfelé mutató légtömeg mozgás
- Turbulens diffúzió – légmozgástól „független”, de a keveredés meghatározó elemeként mégis meghatározó tulajdonság. Légszennyezés folyamatának tárgyalásakor tulajdonságai miatt van itt a helye.





Légköri mozgás jelenségek általános jellemzői

A légmovement iránya szerint kétféle lehet a légkörben:

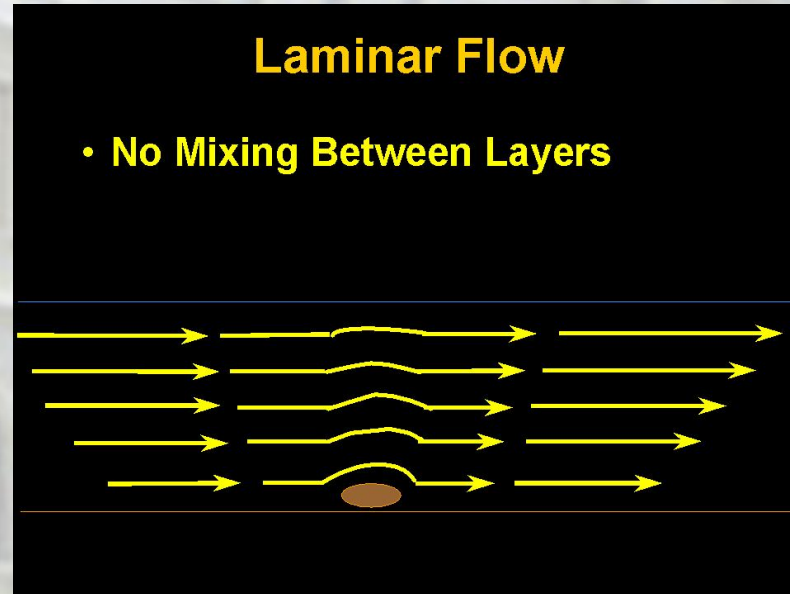
- Vízszintes irányú (advekción)
- Függőleges irányú (konvekción)

Az áramlás megvalósulása (áramlási vonalak) alapján

- Lamináris áramlás – párhuzamos áramlási vonalak mentés jön létre, főképpen homogén felszínek felett
- Turbulens áramlás – tulajdonság átvitel örvényekkel történik, keletkezésének feltételei főleg heterogén felszín felett vannak meg

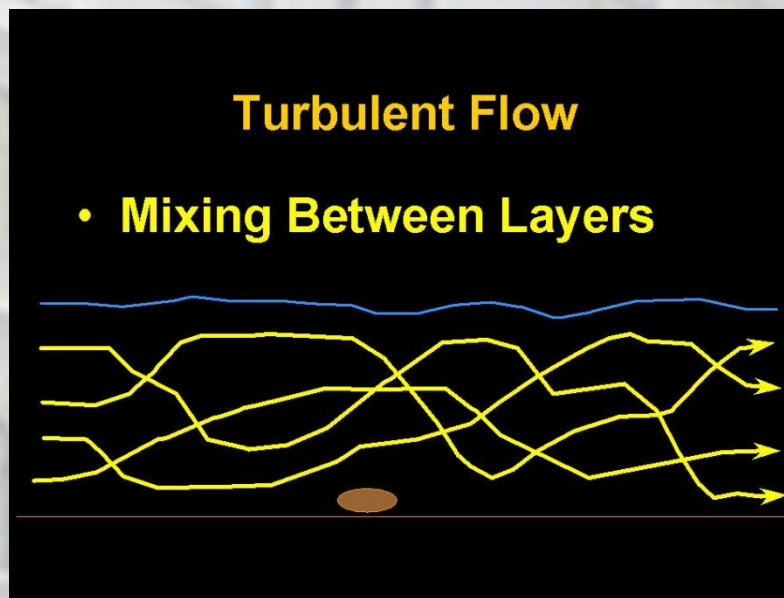


10. ábra A lamináris áramlás sémája a tulajdonság elkeveredésének hiányával



<http://www.geo.wvu.edu/~jtoro/geol101/streams/laminar%20flow.jpg>

11. ábra Turbulens áramlás és a tulajdonságok keveredését „leíró” áramlási vonalak



<http://www.geo.wvu.edu/~jtoro/geol101/streams/turbulent%20flow.jpg>



Az advekció

- Vízszintes irányú légtömeg mozgás, áramlás – a légkörben lévő légnyomáskülönbség kiegyenlítésére létrejövő légmozgás
- Léptéke alapján kétféle lehet.

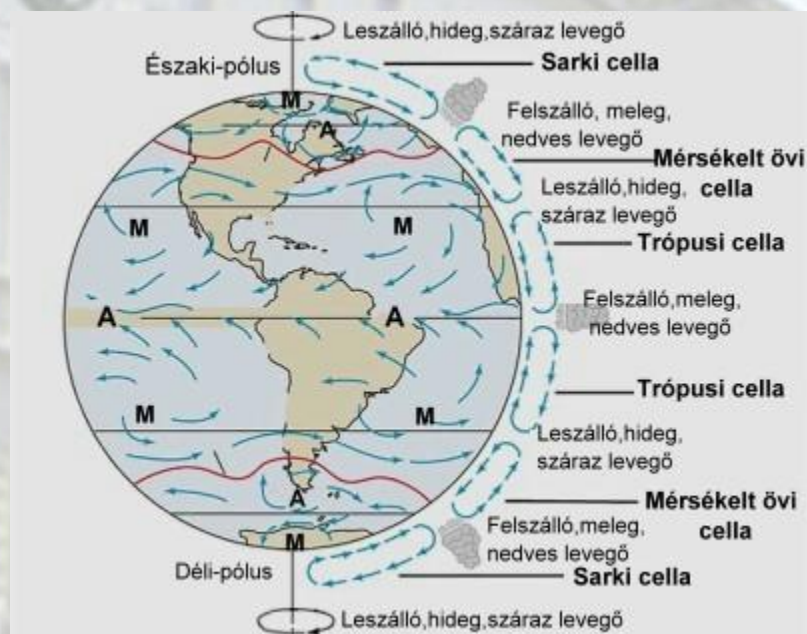
Nagyobb tér- és időbeni méretekben **globális**, mely megjelenését tekintve mindig rendezett légmozgás. Erre a legleterjedtebb példa az általános cirkuláció, mely mindig hosszabb időszak során megjelenős azonosságokat jelent a légáramlásban.

Kisebb léptékben az advekció **lokális**, mely jellegét tekintve többségében turbulens, rendkívüli tér- és időbeli változékonysággal



12. ábra A globális légkörzés a Földön: az általános cirkuláció

A: alacsony
M: magas
nyomású helyet
jelöl



ttmk.nyme.hu/.../Általános%20légkörzés.pdf



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Az általános cirkuláció néhány fontosabb komponense

A levegő az intenzív felmelegedésű területeken, ahol a nap beesési szöge magas, felmelegszik és felszáll, elhagyja a térséget, pl. az Egyenlítő és közvetlen környéke. Ez a levegő a térítők felé indul, ahol különböző erőhatásokra eltérül a magasban. A térítők közelében lefelé fordul, s a talajjal párhuzamos áramlási ága a térítőknél visszafordul az Egyenlítő felé. Ezek a nagy állandóságú Egyenlítő közeli keleties szelek a passzátok (az északi féltekén ÉK-i, a déli féltekén DK irányba fordulva).





Az általános cirkuláció többi ága részben energetikai-hőmérsékleti, részben dinamikus okokra vezethető vissza. A pólusokon az állandó hideg és nehéz levegő miatt folyamatosan magas nyomás uralkodik (poláris magas nyomású sapka). Ez a sarkkörök táján lévő alacsony nyomású barázdával alkot rendszert, s a talaj közelében az áramlásnak keleties szelek felelnek meg. A mérsékelt öv nyugatias irányú uralkodó szeleit a trópusokról és a magas földrajzi szélességről beáramló légtömegek együttesen alakítják. A mérsékelt övben az adott égtáji irányú, uralkodó szelek gyakorisága jelentősen eltér a passzát szelektől





Az általános cirkuláció szelei közül a monszun szelek is nagy térség felett vannak jelen. Két fajtájuk van:

- trópusok feletti és
- trópuson kívüli monszun

Jellegzetességük, hogy két évszak eredő szélirányában a különbség legalább 120° , amely szerint két egymást követő évszakban a szél irányt vált. Ez hozható kapcsolatba a száraz évszak és a csapadékot hozó évszak váltakozásával. A globális felmelegedés kapcsán ez a szélirányváltás esetenként késik, mely az ott élők életkörülményeit jelentősen veszélyeztetik.





Az advekció jelentősége. A konvekció szerepe a légszennyezettség alakításában. A turbulens diffúzió

6. lecke



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Az **advekciónak** jelentősége a légköri szennyezőanyag transzport folyamatokban:

- Elszállítja a szennyező anyagokat a kibocsátás helyéről
- Hígítja a kibocsátott szennyezést
- A forrástól horizontálisan **nagy távolságra képes** eltávolítani a légszennyező anyagokat





2. Konvekció – feláramlás: függőleges irányú légmozgás

- A levegő felmelegedésének folyamata és a konvekció közti kapcsolatot az áramlási cella tartalmazza, mely egy zárt körfolyamat; vízszintes (advekciós) és függőleges irányú légmozgásokkal. Ezekből a talajról felfelé irányuló légmozgást nevezzük konvekciónak.

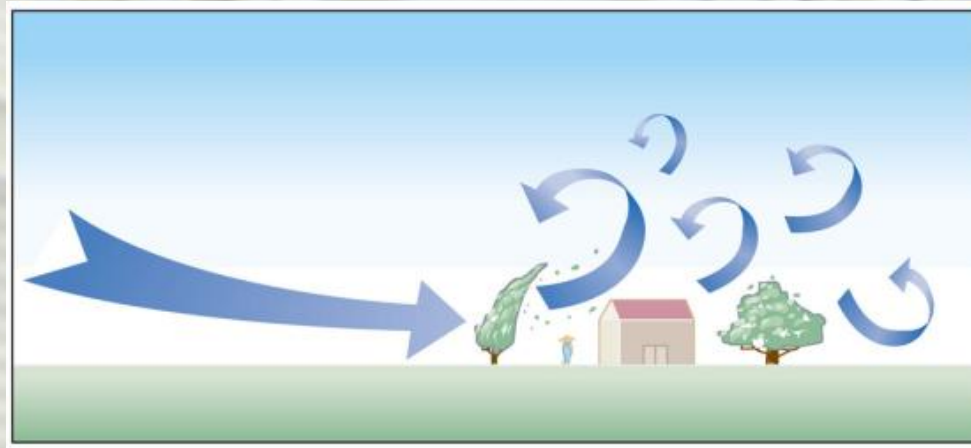
A konvekció fajtái:

- szabad feláramlás
- kényszer-konvekció



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg

13. ábra A kényszer konvekció folyamata

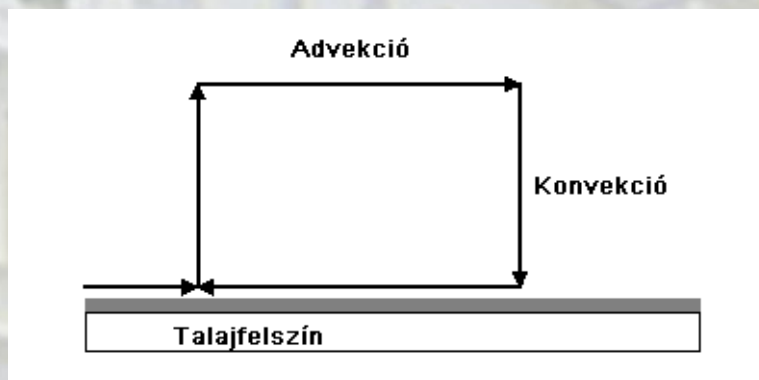


www.geog.ucsb.edu/.../heating/heating.htm



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg

14. ábra Az áramlási cella körfolyamata, a levegő felmelegedése



A talajfelszín közvetlen közelében a hőenergia átadása a talajból a levegőnek molekuláris hővezetéssel történik. Ez azonban csak az alsó néhány cm-es légréteget érinti. A továbbiakban az áramlásé a főszerep!



Könnyebb levegő felfelé mozog. Oka a felhajtóerő jelenléte (F):

$$F = (\rho - \rho') g$$

ahol g: gravitáció

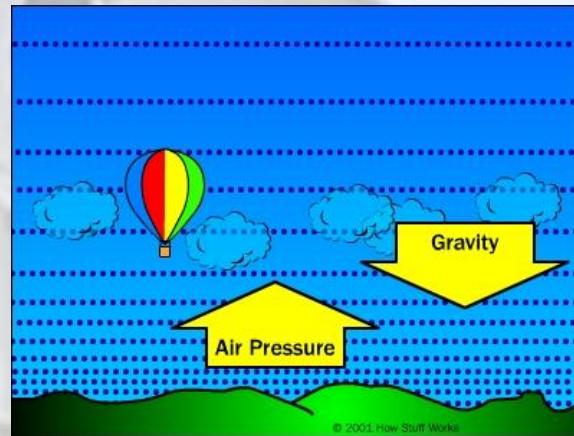
A meleg levegő gyorsulása, a:

$$a = g \frac{T' - T}{T}$$

ahol: T' a meleg, s a T pedig környező levegő hőmérséklete, amiből adódik, hogy a feláramlás sebessége csak a két légtömeg hőmérsékletének különbségétől függ.



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



15. ábra A felhajtóerő csak a levegőnél könnyebb anyagokat képes felemelni (másképpen sok minden nem maradhatna a Földön
Példája a könnyű gázokkal töltött léggömbök felemelkedése

www.hotairballoons.com/hotairballoon-air-pres...



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



A **konvekció** jelentősége a légköri transzport folyamatokban:

- a) Felemeli a felszínről és közeléből a szennyező anyagot
- b) Emelkedő levegő lehűl, s csapadék képződik, mely kimossa a levegőből a szennyezést
- c) A felsőbb (**magasabb**) **légrétegekbe** történő szennyezőanyag szállítás előidézője





3. Turbulens diffúzió

– széltől független, de keveredést okoz!

- Tulajdonság (koncentráció, c) eltérésnél meginduló tulajdonság kiegyenlítődé. Apró méretű elemi részecskénél (légkör szennyező anyagai) is az anyagáramlás leírására a fluxus (f) szolgál:

$$f = -K \frac{dc}{dz} \quad \left[kg \ m^{-2} \ s^{-1} \right]$$

ahol z : légkör magassága

K : diffúziós együttható (átlaga $10 \ m^{-2}s^{-1}$)



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg

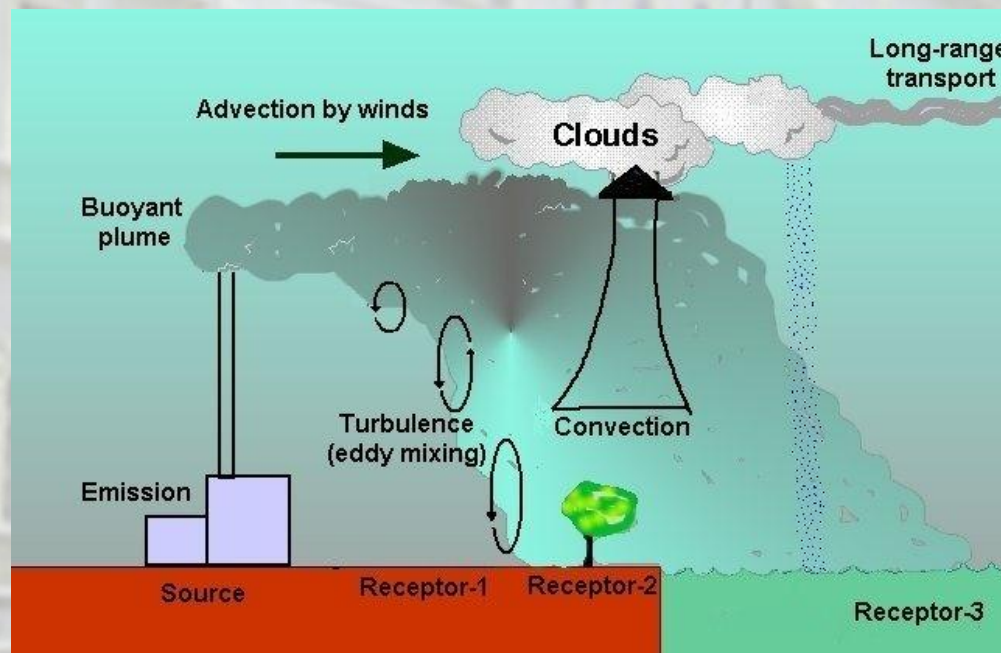


Az egyenletbeli negatív előjel a változás irányát adja: magasabb koncentráció felől az alacsonyabb felé mutat.

- A légkörben lehet
 - felfelé irányuló lásd. fenn, ekkor előjele negatív
 - Lefelé irányuló légmozgás (lásd. Kiülepedés) előjele ekkor pozitív
- A turbulens diffúzió típusai:
 - Mechanikus
 - termikus
 - dinamikus diffúzió (szélnyírásnál)



16. ábra A három légköri mozgás-elem közti kapcsolat (szennyezést kiegyenlítő, csökkentő hatásaikkal)



irina.eas.gatech.edu/lectures/Lec17.html



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Köszönöm figyelmüket!



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg