

Agrometeorológia

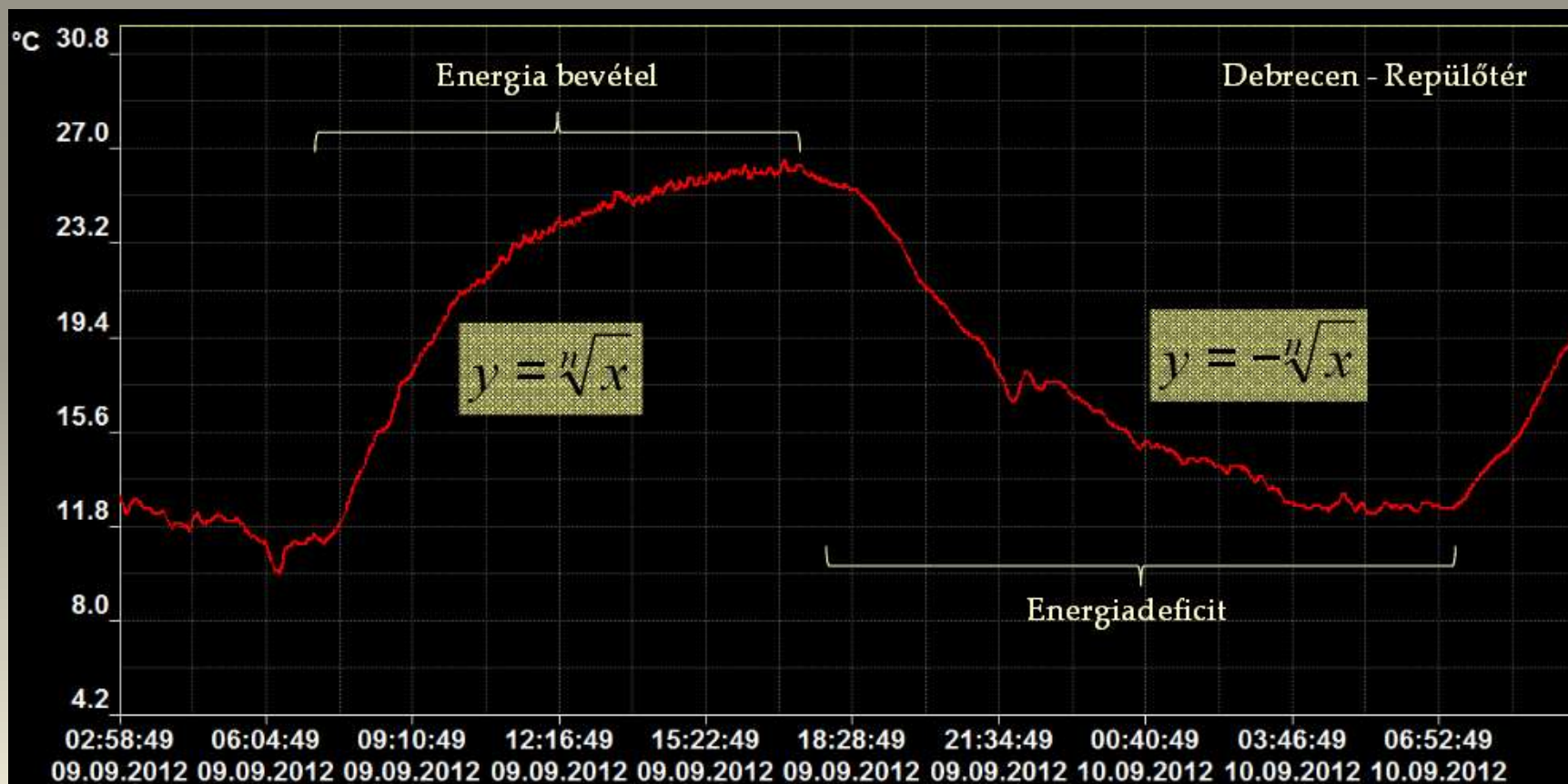
Előadás

III.

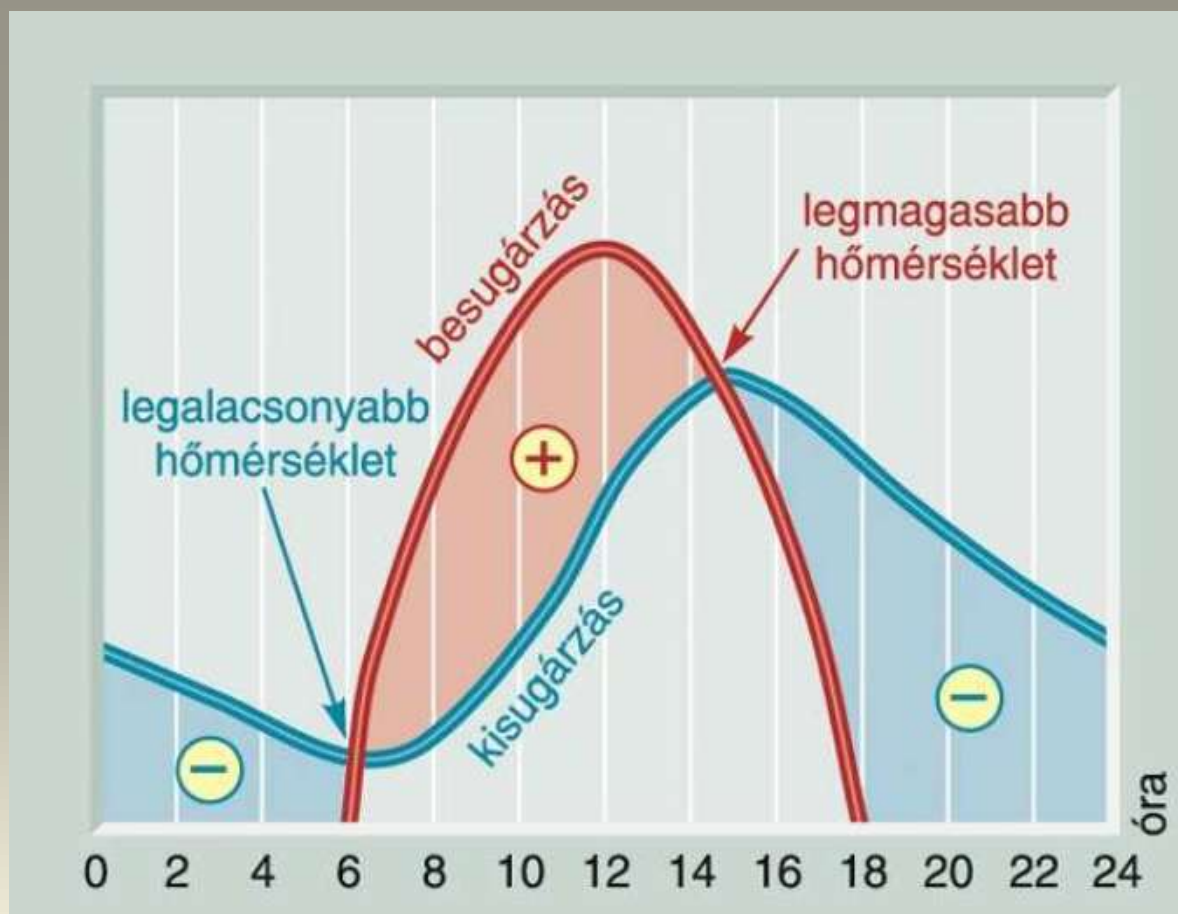
A hőmérséklet mint fizikai mennyiség

- az anyag részecskéinek hőmozgásával arányos állapototáró
- intenzitást jelölő mennyiség
- nagysága a testek/anyagok közötti hőközlési folyamatok egyenlege:
 - Hősugárzás (radiáció, pl. a Nap rövidhullámú sugárzása)
 - Hóáramlás (konvekció, pl. tengeráramlások, szél)
 - Hóvezetés (kondukció, pl. talaj hőátadása a levegőnek)
- A hőközlés hatásfokának alapja a hőkapacitás, mely függ:
 - az anyag fajhőjétől
 - az anyag sűrűségétől

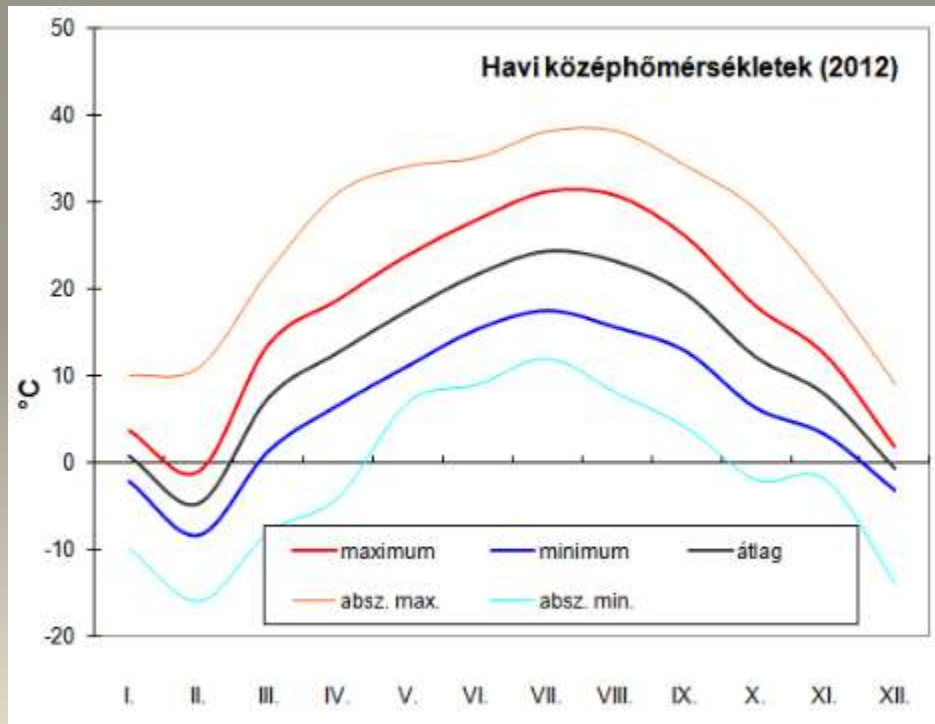
A hőmérséklet jellemző napi menete (frontmentes, derült napon)

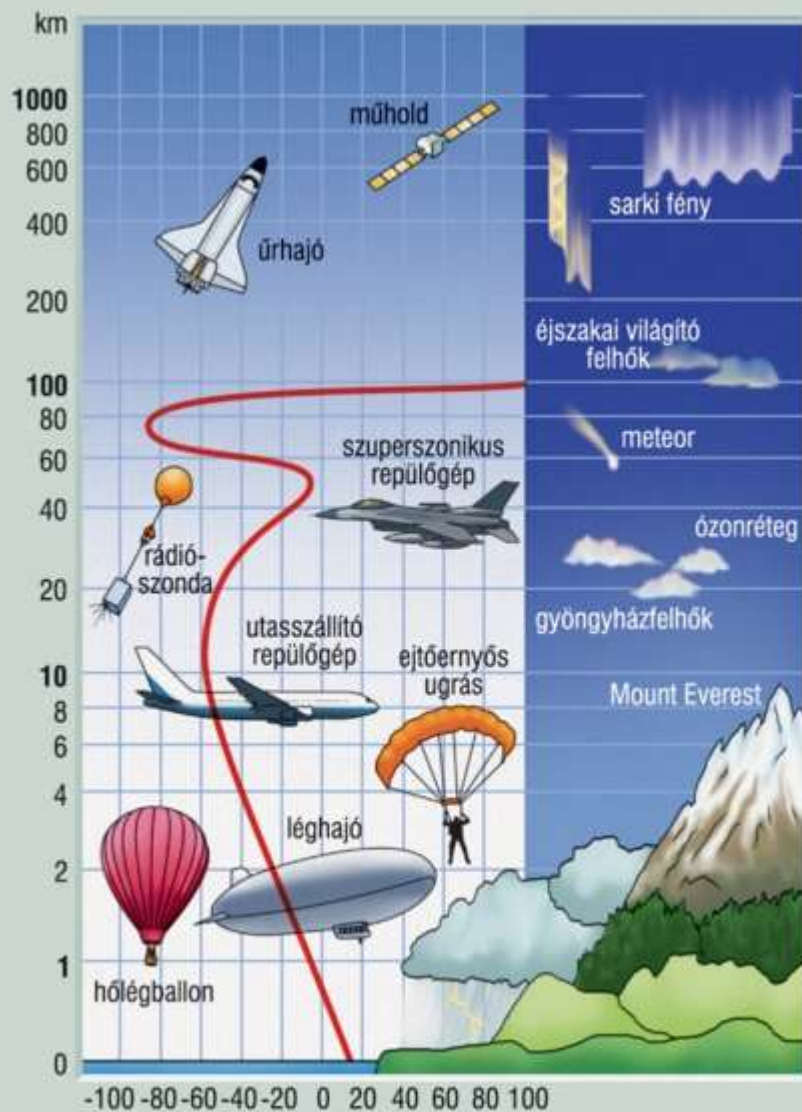


A hőmérséklet jellemző napi menete



A hőmérséklet jellemző éves menete

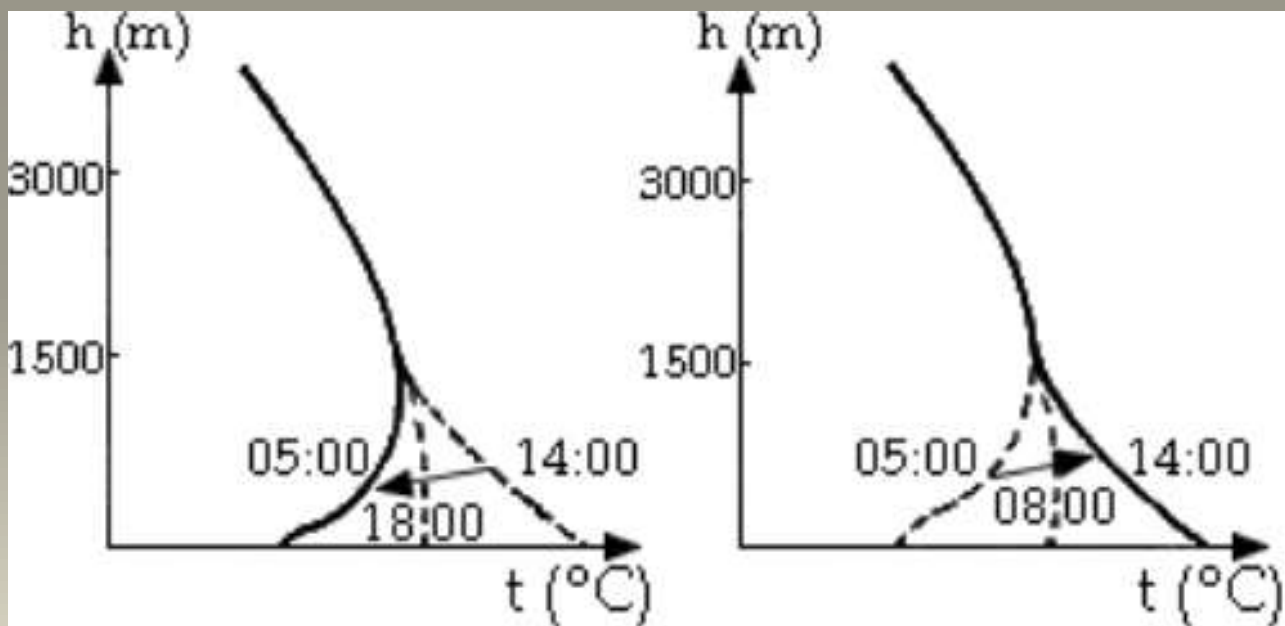




A hőmérséklet változása a magassággal

a troposzférában átlagosan
 $0,65^{\circ}\text{C}/100\text{m}$

A hőmérséklet napi változása a magassággal



A hőmérsékleti inverzió agrometeorológiai jelentősége

- Típusai kialakulás szerint:
 - **kisugárzási (tavasszal és ősszel)**
 - **zsugorodási (téli „hidegpárnás” helyzet)**
- Gyakorlati jelentősége:
 - **Fagylefolyás:**
 - passzív fagyvédekezés - termőterület helyes megválasztása (hegylábi, dombvidéki termőterületeken)
 - aktív fagyvédelem - légterelés, melioráció - termőhelyi adottságok módosítása
 - **Köd-, inverziós záróréteg képződés**
 - aktív fagyvédelem (helyi ködképzés, füstölés)
 - vegetációban növényvédelmi vonatkozások

A hőmérséklet hatása az élő szervezetekre

- A biológiai aktivitás jeles hőmérsékleti értékei:
 - **Minimum:** az élőlény számára elviselhető legalacsonyabb hőmérséklet
 - **Maximum:** az élőlény számára elviselhető legmagasabb hőmérséklet
 - **Optimum:** tágabb értelemben a két fenti érték közötti intervallum (mind erősen életszakasz-, sőt szervfüggő érték, értelmezhető életben maradásra, vagy aktivitásra)
- Hőstresszek:
 - **Negatív hőstressz:**
 - Hűlés : 0 °C feletti alacsony hőmérséklet okozza, lehet reverzibilis, vagy letális
 - Megfagyás: visszafordíthatatlan szöveti károsodás 0 °C alatt
 - Felfagyás: a talaj térfogatváltozása a gyökereket károsítja, a növényt a talajból kiemeli
 - Fulladás: tartós hó, vagy jégréteg alatti oxigénhiányos állapot kártétele
 - Élettani szárazság: télen is párologtató növények fagyott talajból történő vízfelvétele gátolt
 - **Pozitív hőstressz:**
 - Sejtfehérjék, membránok károsodása: „hőhalál”, többnyire erős napsugárzás is súlyosbítja
 - Kiszáradás: a vízfelvétel nem fedezi párologást, lankadás, majd hervadás lép fel

A hőmérséklet hatása az élő szervezetekre

- Hőegység-rendszerek:
 - a hőmérséklet és a növényi növekedés összefüggésének, azaz a növényi hőigénynek a számszerűsítésére szolgálnak
- Tenyészidő hossz: a keléstől (kihajtástól) betakarításig (lombhullásig) tartó hasznos periódus alapján történő termőhely értékelés
- Hőösszegek: a bázishőmérsékletet meghaladó napi hőmérsékletek összege
 - **bázishőmérséklet: fajra, fajtára jellemző „vitális aktivitási zéruspont”**
- Hőhatékonysági indexek: a hőösszegzési eljárások módosított változatai, a különböző termőtájak, éghajlati körzetek adott növényre szabott értékelésére szolgálnak
- Élettani indexek: a növény életszakaszainak változó hőigényét számszerűsítik, a klasszikus hőösszeg számításnál pontosabb „hasznos” hőösszeg értéket adnak

A hőmérséklet hatása az élő szervezetekre

- A termoperiodizmus:
 - A növények és az állatok szervezetének reakciója a hőmérséklet ciklikus változásaira.
 - Jarovizáció (vernalizáció):
 - Az alacsony hőmérséklet virágzást indukáló hatása. Pl. őszi kalászosok
 - Magnyugalom:
 - Egyes növények magvai csak hideg -, vagy meleg kezelés hatására indulnak csírázásnak, azaz hőmérsékleti indukcióhoz kötöttek.
 - Hőingás hatása (termoperiodicitás):
 - Egyes növények virágzása, terméskötése elmarad, ha az éjjeli és a nappali hőmérséklet között nincs számottevő különbség (pl. paradicsom).
- Az edződés (adaptáció, akklimatizáció):
 - A hőtolerancia (hidegtűrés, fagytűrés) genetikailag kódolt, ám fenotípusos tulajdonság, így bizonyos mértékig módosulni képes, amennyiben a szervezet hosszabb ideig tűréshatár közeli értékeknek van kitéve.

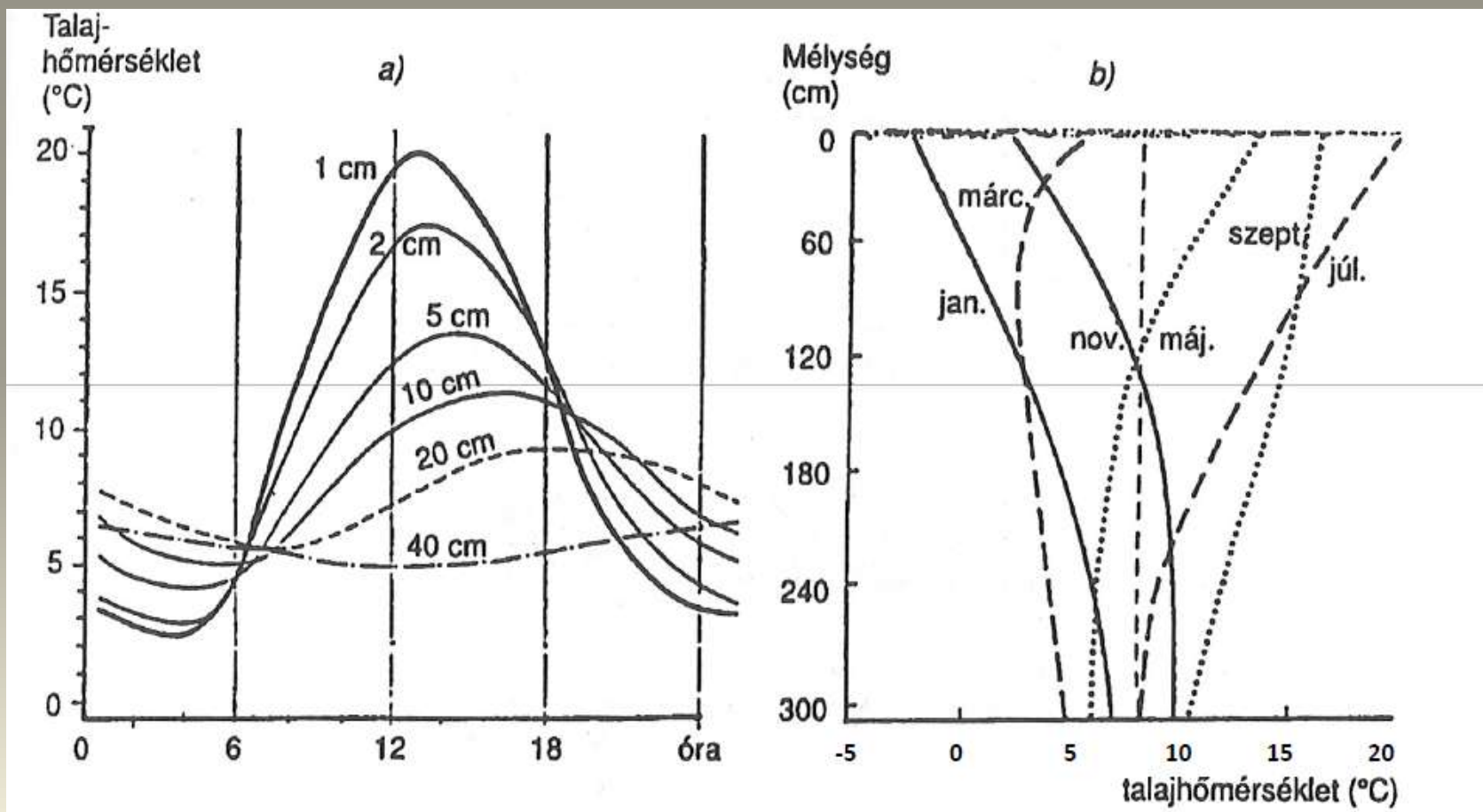
A talajok hőháztartása

- Szerepe
 - növények csírázása, növekedése, légzése, tápanyagfelvétele
 - mikrobiológiai folyamatok intenzitása
 - tápanyag-feltáródás üteme
 - talajképződés folyamatainak sebessége
- A talaj hőmérsékletét befolyásolja
 - beérkező és távozó hő egyensúlya
 - talaj hőtani jellemzőit kialakító tulajdonságok

Hőáramlás a talajban

- Hősugárzás (elektromágneses, talajfelszínen)
- Hővezetés (részecskék, hőmérsékleti gradiens)
- Hőáramlás (konvekció) (áramló folyadékkal vagy gázzal)

Fáziseltolódás és amplitúdó-csökkenés



Különböző talajtípusok hőgazdálkodása

Homoktalajok	Vályogtalajok	Agyagtalajok
Kis belső felület	250-300 mm/m víz visszatartása a nehézségi erővel szemben	Nagy az abszorbeáló felület
Kis vízmennyiséget (150-250 mm/m) képesek visszatartani		350-450 mm/m víz visszatartása
Kicsi hővezető képesség és hőkapacitás	Harmonikus hővezető képesség és hőkapacitás	Magas hővezető képesség és hőkapacitás
Szélsőséges hőmérsékletek kialakulása a felső talajrétegben	Kiegyenlített hőmérsékletek	Hideg talajok
	Leghosszabb tenyészidőszak	Legrövidebb tenyészidőszak

A levegő mozgása: a légnyomás és a szél

- A légkör általános viselkedését meghatározó alapvető tényezők
 - **Termikus vezérlés**
 - A légkör mozgásai elsődlegesen a Naptól származó hőközlés eredményeképpen jönnek létre.
 - **A légkör méretei**
 - Kvázihorizontális rendszer→A légkör mozgásait a sekély közegekre jellemző hidrotermodinamikai egyenletrendszerrel írjuk le.
 - **A Föld forgása**
 - A légköri mozgásokat tartalmazó egyenletek tartalmazzák a Coriolis tagot.
 - **Az áramlási rendszerek disszipatív természetűe.**
 - A levegő belső súrlódása miatt a különböző skálájú légköri mozgások turbulens jellegűekké válnak, idővel fokozatosan felaprózódnak és végül disszipálódnak hővé alakulnak.

A légkörben ható erők

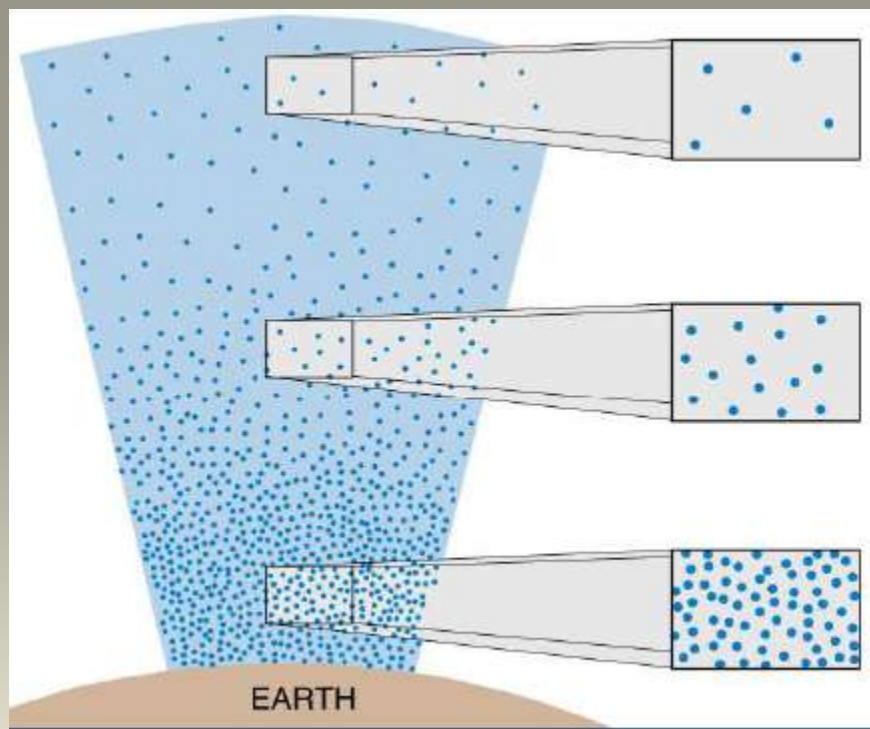
Külső erők

- A Föld tömegéből következő **gravitációs erő**
- A Föld forgásából származó **Coriolis-erő**

Belső erők

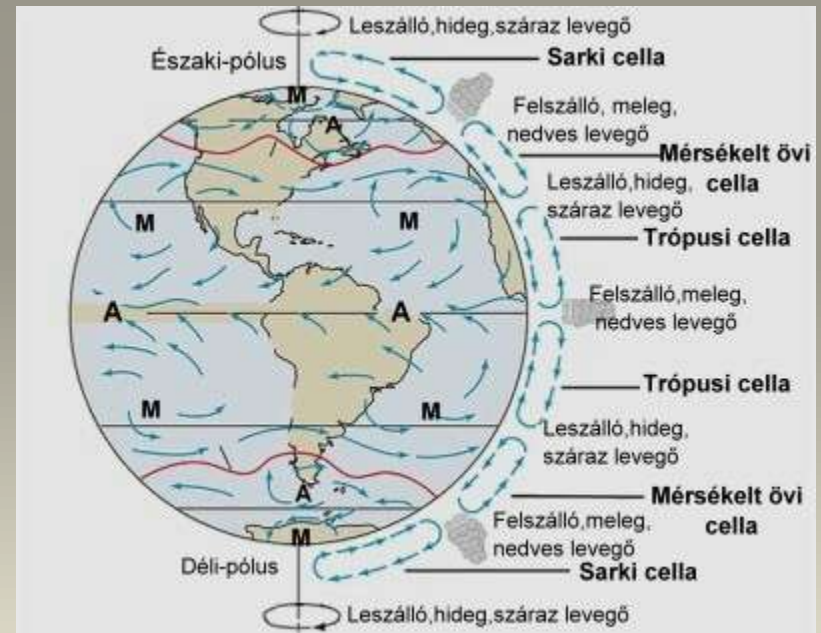
- Egyenlőtlen légnyomás eloszlásból származó **nyomási gradiens erő**
- Belső es külső súrlódásból származó **súrlódási erő**
- Görbült mozgások miatt fellepő **centrifugális erő**

A légkör tömegének 90%-a
alsó 15 km rétegben van

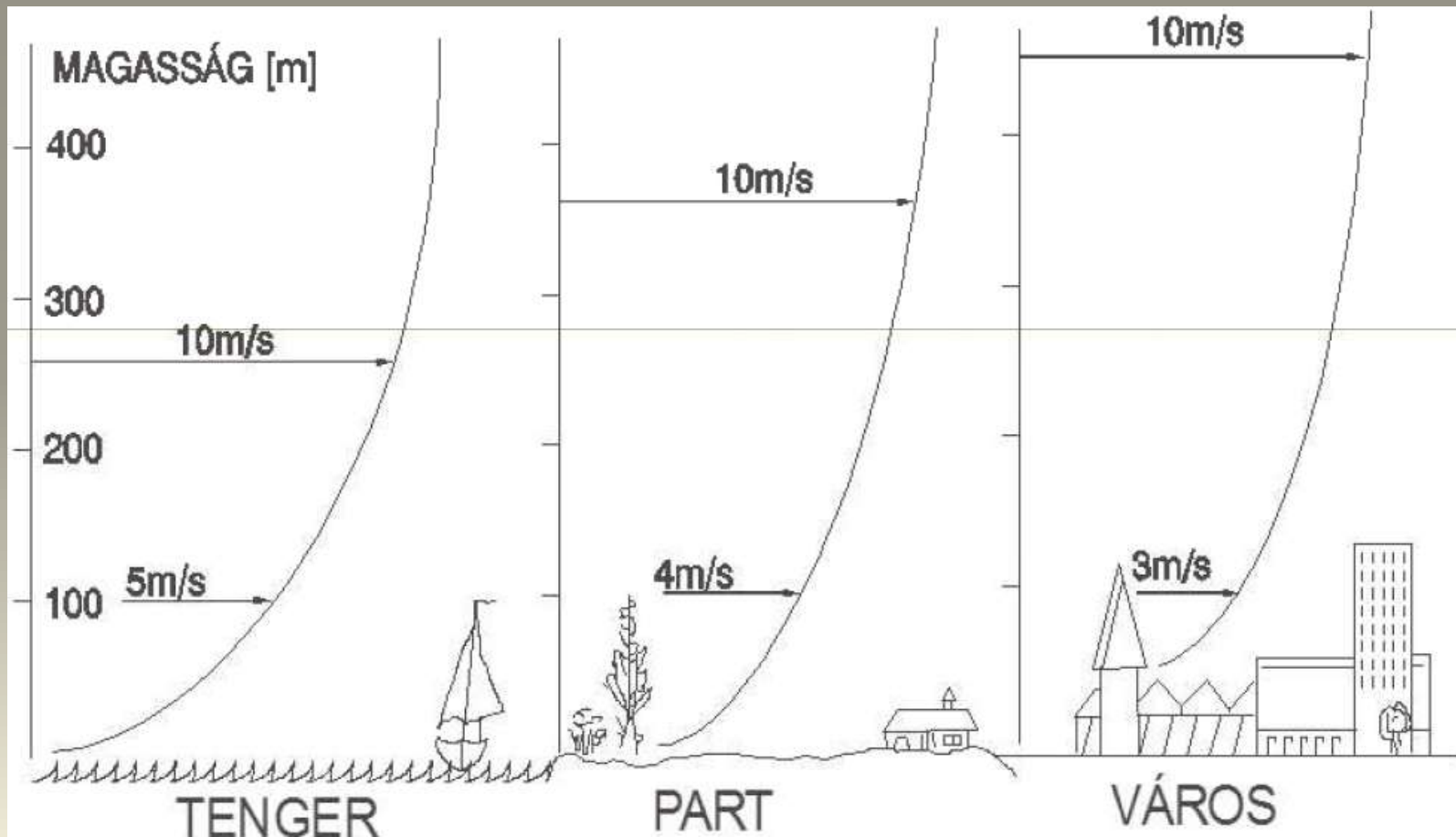


A szél kialakulásának okai

- Föld gömbölyű
- Ráeső sugárzás különböző mértékben hasznosul
- Nyomás különbségek
- Forog a tengelye körül
- Hőszállítás



A szél magassággal való változása



A víz a légkörben; A légnedvesség, felhőzet, csapadék és a párolgás

- A levegő nedvességtartalmának energetikai értelmezése:
 - A levegőben jelen levő energia- (hő)mennyiség két fő részből tevődik össze:
 - Szenzibilis hő (H): gyakorlatilag a merhető hőmérséklettel egyezik meg
 - Látens hő (LE): a levegő nedvességtartalmának és a víz párolgáshőjének szorzata – másképpen: a nedvességgel együtt a levegőbe jutó energia
 - Jelentősege:
 - párolgás (a felület, ill. növény hőt veszít, a levegő energiát vesz fel)
 - páralecsapódás során (a felület jut többlet energiához, ld. fagyvédelem)

A légnedvesség időbeli és térbeli változása által meghatározott jelenségek

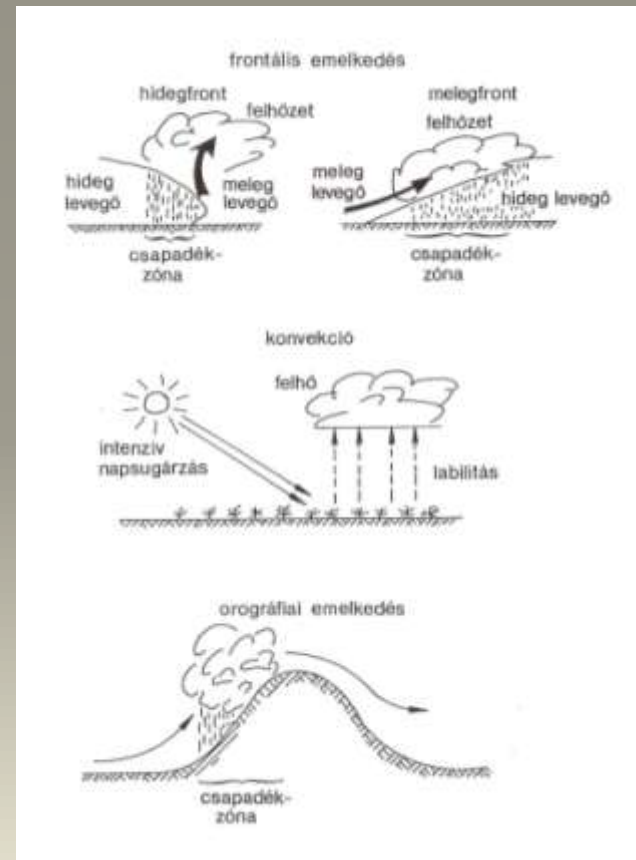
- Felhőképződés: telített állapotban a magasabb szintek levegőjének nedvességtartalma kicsapódik, páracseppek keletkeznek
- Ködképződés: a felhőképződés folyamata a talaj közeli légrétegben zajlik le
- Csapadékképződés: felhőben vagy ködben az igen apró páracseppek kondenzációs magokra kicsapódva „felhőelemeket” hoznak létre
- Párolgás, párologtatás: a párolgó felületek, illetve a növényzet körüli levegő telítési hiánya megszabja a párolgási, párologtatási folyamat intenzitását

A felhő- és ködképződés

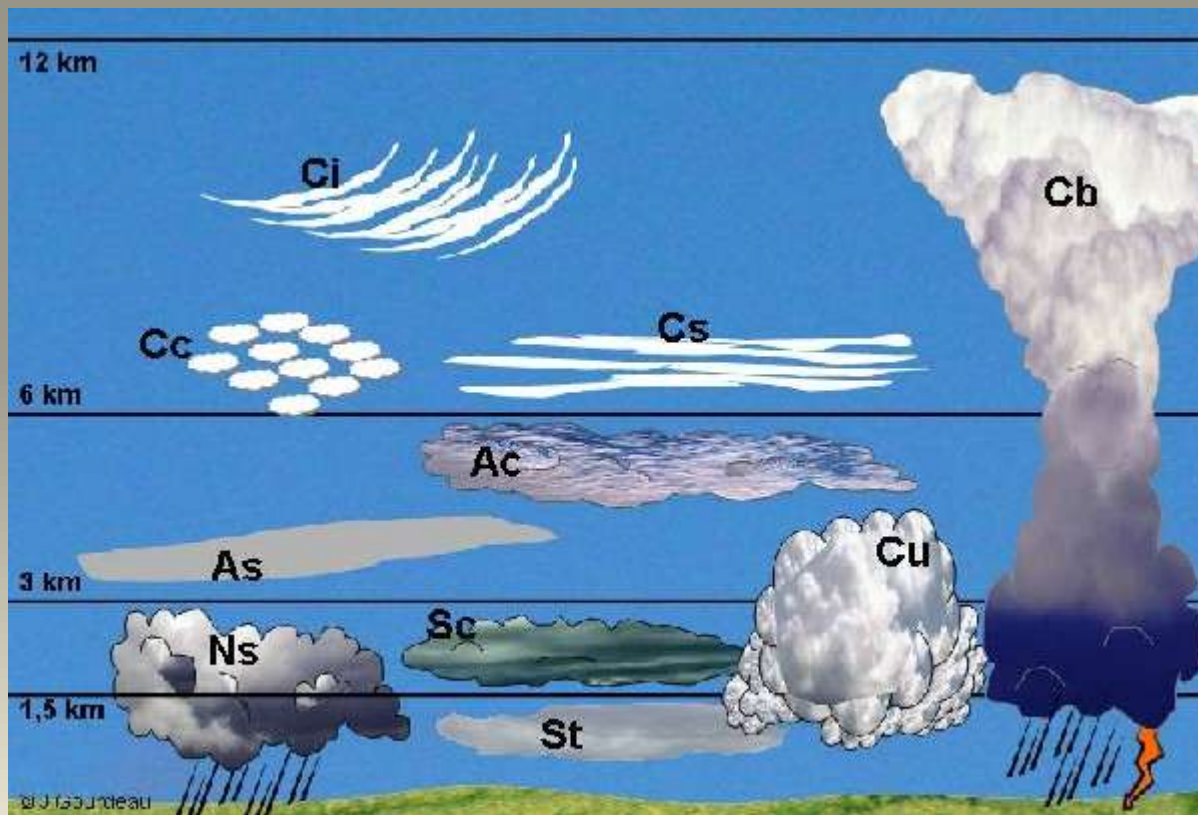
- A levegőnek telített állapotot (relatív nedvesség=100%) kell elérnie:
 - hőmérséklet csökkentése
 - abszolút nedvességtartalom növelése
- Lehetséges módjai:
 - nedvesség-advekció, konvergencia (időjárási frontokhoz kapcsolódnak)
 - lehűlés

Lehűlés

- hideg advekció
- emelkedés (frontok mentén, konvektív úton vagy orografikusan)
- kisugárzás által (talaj közelében ködképződés)



Felhőosztályozás



Csapadékképződés

- Feltétele: felhőelemek létrejötte
 - a felhő kétfázisúból (folyékony-légnemű) három fázisúvá válása (jégcsírák)
 - kicsapódási (kondenzációs) magvak jelenléte
 - kellő további nedvességtartalom a felhőelemek növekedéséhez
- A közbenső részfolyamatok:
 - ütközés
 - szétválás
 - kondenzáció
 - átpárolgás
 - párolgás
 - szublimáció
- Csapadék hullásának feltétele
 - Felfelé irányuló légmozgás < Gravitáció

Makrocseppek

- szitálás: igen apró ($d < 0,5$ mm) cseppek egyenletes hullása
 - **Esőszitálás és ködszitálás**
- eső: 0,5 mm-nél nagyobb átmérőjű vízcseppek egyenletes hullása Ns felhőből
- ónos eső, szitálás: enyhe légrétegből hidegebb, fagyos légrétegbe hulló túlhűlt vízcseppek, amelyek tereptárgynak ütközve azonnal megfagynak
 - **vastag jégréteget képez a tárgyakon**

Makrocsoapadékok

- havazás: hópelyhek egyenletes hullása N_s vagy S_c felhőből
 - friss hó: $\rho = 0,1 \text{ g/cm}^3$
 - 1 cm hóréteg = 1 mm csapadékvíz
- havas eső: esőcseppek, hópelyhek és félig megolvadt hópelyhek keveréke fagyponthoz közeli hőmérsékleten



Makrocsapadékok

- záporosó: általában nagy cseppek ($1,5 < d < 8$ mm) intenzív hullása Cu con vagy Cb felhőből
- hózápor: általában nagy szemcsék intenzív hullása Cu con vagy Cb felhőből
- dara: 2-5 mm átmérőjű, szilárd halmazállapotú, Cu con vagy Cb felhőből hulló csapadék
 - hódara: mattfehér szemcse
 - jégdara: átlátszó vagy áttetsző, fehér magvú jéggömb

Makrocsapadékok

- jégeső: 5 mm-es átmérőtől a tyúktojás nagyságig terjedő méretű csapadék Cb felhőből
 - heves, tartós zivatarok, erős feláramlás esetén
 - a jégszem héjas szerkezetű



Makrocsapadékok



Mikrocsapadék

- harmat: a levegő vízgőztartalmának kondenzálódása a levegő harmatpontjánál alacsonyabb hőmérsékletű tereptárgyakra, ha a harmatpont 0°C felett van
 - vízgőz \rightarrow víz
 - derült, szélcsendes időben
 - Magyarországon: évi összege ~ 63 mm



Mikrocsapadékok

- dér: a levegő vízgőztartalmának közvetlen kikristályosodása a levegő harmatpontjánál alacsonyabb hőmérsékletű tereptárgyakra, ha a harmatpont 0°C alatt van
 - vízgőz → jég



Mikrocsapadék



- zúzmara: az áramló levegőben található túlhűlt vízcseppek közvetlen kikristályosodása a tereptárgyakra
 - túlhűlt víz → jég
 - szél felőli oldalon

Csapadékformák



Párolgás

- Párolgás (evaporáció, E): a talaj, vizek, növényzet felületéről pusztán fizikai folyamatok által meghatározott módon levegőbe jutó vízpára
- Párologtatás (transzspiráció, T): a növények szövetéből a sztó mákon át élettani folyamatok által szabályozott módon a levegőbe jutó vízpára
- Evapotranszspiráció (ET): a növényzettel borított természetes felszínek párolgásának összessége; az evaporáció és a transzspiráció összege
 - **Jellemző értékei:**
 - potenciális evapotranszspiráció (PET)
 - tényleges evapotranszspiráció (TET)

Potenciális párolgás

- Az a vízmennyiség, amely egy rövidre vágott gyepfelületről adott meteorológiai feltételek mellett időegység alatt elpárolog, miközben a folyamatot a víz hiánya nem akadályozza.
- Energiaigényes folyamat, ezért nagyságát elsődlegesen a sugárzási viszonyok szabják meg.
- A víz párolgáshője: $\lambda=2450$ kJ/kg víz vagy $\lambda=2,45$ mm vízegyenérték/nap
- Meghatározói
 - a felszín sugárzási egyenlege energetikailag lehetséges párolgás
 - szélsébség
 - a levegő hőmérséklete
 - a levegő nedvességtartalma („páraéhsége”)
 - a párolgó felület hőmérséklete
 - mikroadvekciónak hatásai

Tényleges párolgás

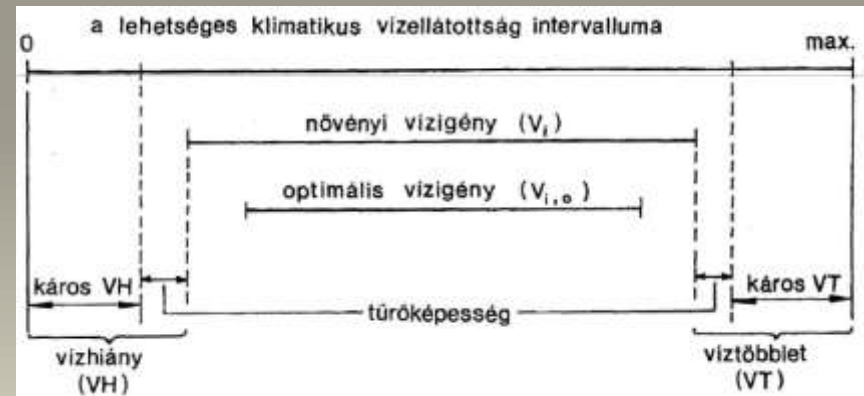
- Az a vízmennyiség, amely a rendelkezésre álló vízkészlet mint korlátozó tényező figyelembevételével ténylegesen képes a természetes felszínekről elpárologni.
- A párolgási folyamatot meghatározó tényezők
 - a vizet tároló és hordozó talajréteg nedvessége
 - a közvetítő alrendszerként funkcionáló növényzet
 - a vízgőzt befogadó, növényzet körüli légtér

A szárazság ill. nedvesség-ellátottság klimatikus mérőszámai

- A csapadék változékonysága: variációs koefficiens (CV)
- A hőmérséklet alakulása a csapadékosság függvényében (t-Cs indexek)
- A kedvező csapadékú időszakok tartama
- Klimatikus vízmérleg (ariditási mutatók)
 - PET-csapadék
 - Sugárzási mérleg (R_n)-csapadék
 - TET/PET-aránya
- A talaj relatív vízkészlete
- Komplex, több paraméteres indexek (pl. Szász-féle index)
- Aszályossági indexek

Vízigény

- Élettani értelemben a zavartalan életműködéshez szükséges, egységnyi idő alatt felvett vízmennyiség, melynek mértéke időben változó
 - A hőmérséklethez hasonlóan minimum, optimum és maximum jellemzi.



Vízstressz

- Negatív vízstressz (vízhiány)
 - Lankadás: átmeneti és/vagy kis mértékű vízhiány, hatása visszafordítható
 - Hervadás: tartós, súlyos vízhiány következtében irreverzibilis szöveti károsodások lépnek fel
- Pozitív vízstressz
 - növényeknél közvetve károsít, a levegő relatív hiányát okozva fulladás láphet fel
- Vízigény szempontjából megkülönböztethető növénycsoportok
 - Hidrofitonok: vízigényesek, rossz szárazságtűrők
 - Mezofitonok: közepes vízigényűek
 - Xerofitonok: kifejezetten szárazságtűrők

Köszönöm a figyelmet!

A decorative graphic element consisting of several horizontal lines of varying lengths and colors (red, white, and grey) extending from the right side of the slide towards the center.