



# Kutatói pályára felkészítő akadémiai ismeretek modul

## Környezetgazdálkodás Modellezés, mint módszer bemutatása

### KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI AGRÁRMÉRNÖK MSC



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



# Az atmoszféra szerepe a talaj- növény-légkör rendszerben I.

## Párolgás és párologtatás 21. lecke



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





- A növényi biomasszát a szoláris energia transzformált energiájának tekinthetjük.
- A napenergia hozza létre azokat a gradienseket, melyek a rendszer anyagait mozgatják.
- A felszínre érkező napenergia tehát a felszín közeli levegő- és talajrétegek anyagmozgásainak a fenntartására fordítódik.
- A meteorológiai összefüggések az agroökológiai modellek alkotó elemei.



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



# Sugárzás

- A napi Napmagasság változást a következő összefüggés írja le:

$$\sin h = \sin \varphi \times \sin \delta + \cos \varphi \times \cos \delta \times \cos \omega$$

ahol:

$\varphi$  : földrajzi szélesség

$\delta$  : deklináció (+23,5° - 23,5°)

$\omega$  : óraszög



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





Az óraszög az egyenlítői rendszerben a meridiántól az óramutató járásának irányában mért szögtávolság:

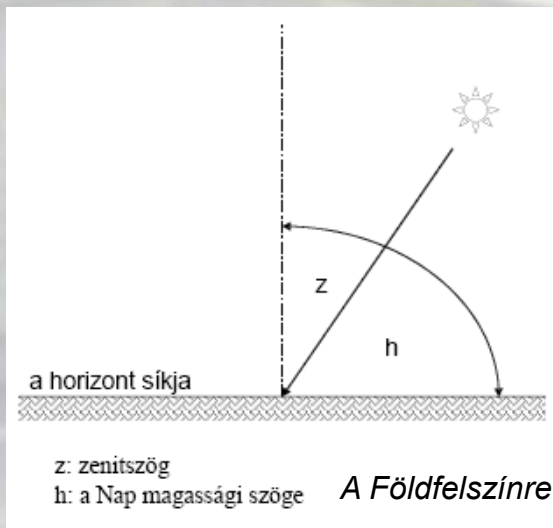
$$\sin\varphi \cdot \sin\delta + \cos\varphi \cdot \cos\delta \cdot \cos\omega = 0$$

$$\cos\omega = \frac{\sin\varphi \cdot \sin\delta}{\cos\varphi \cdot \cos\delta} = -\operatorname{tg}\varphi \cdot \operatorname{tg}\delta$$

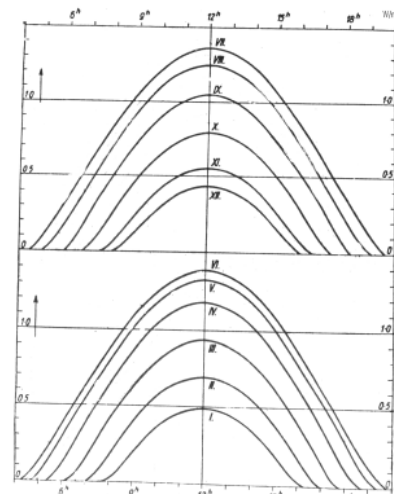
Mindezek alapján tehát bármely napra, vagy a nap bármely időpontjára meghatározható a Nap a Föld bármely vonatkozási pontjához viszonyított helyzete.



- A Földfelszínre jutó sugárzás nagysága a napmagasság ( $h$ ) szinuszával, illetve a zenittávolság ( $z$ ) koszinuszával arányos.
- A napmagasság ismeretében a nap folyamán bármely irányból érkező sugárzás intenzitása becsülhető.
- Viszonylag jól becsülhető a légkörön keresztül a felszínre jutó energiaösszeg is.



A globálsugárzás napi változása Magyarországon derült égbolt esetén



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





- A gyakorlati munkában szükség lehet a sugárzó energia nagyságára.
- A *sugárzás tartama* és a *besugárzott energiamennyiség közötti összefüggés*, Angström formula:  $G = G_0 (a + b * N/N_0)$ , [J/cm<sup>2</sup>, idő]

ahol:

G : a felületegységre esőbesugárzott energiamennyiség napi összege

G<sub>0</sub> : a globálsugárzás energiája felhőmentes feltételek esetén

N<sub>0</sub> : a csillagászatilag lehetséges napfénytartam (óra/nap)

N : a tényleges napfénytartam, vagyis a direkt sugárzás tartama, ami elsősorban a felhőzet függvénye.

N/N<sub>0</sub> arány a relatív napfénytartam.

- Az Angström-féle összefüggés állandóinak értéke az eltérő éghajlatú területeken különböző.
- A hazánkra alkalmazható formula:  $G = G_0 (0,18 + 0,55 * N/N_0)$ , J/m<sup>2</sup>, nap



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



# Napsugárzás a növényállományokban

- A természetes és a termesztett növényállományokba a napsugárzás az állomány struktúrájától függő mértékben hatol be, és egy része lejut a talaj felszínéig. A folyamat során a napsugárzás mennyiségileg és minőségileg is megváltozik.
- A napsugárzás mennyiségi változását a növénytakaró energia elnyelése okozza. Az elnyelt energia a fotoszintézis energiaszükségletét fedezi, szabályozza a növény hőmérsékletét és vízforgalmát.
- Az elnyelt energia egy részét a növénytakaró a hullámhossz-transzformációval visszasugározza a levegőbe.







- A növénytakaró által elnyelt energia a zöldtömeggel arányos.
- A növénytömeg jellemzésére a növénytermesztési gyakorlatban a legalkalmasabb mutató a *levélfelületi index* ( $LAI = leaf\ area\ index$ ): az 1 m<sup>2</sup> talajfelületre jutó levélfelület nagysága (m<sup>2</sup>).
- A levélfelületi index fajonként a fejlettségi állapottól, a termesztés módtól, az állománysűrűségtől, a tápanyagellátottságtól, a vízellátottságtól, stb. függ.
- A növényállományok levélzete a beeső sugárzás mintegy 80%-t nyeli el. Az infravörös tartományban az elnyelés 15 és 20% közötti. Az átbocsátás átlagos értéke 25%, a visszaverődés a látható tartományban 20-25%, míg az infravörös tartományban 40-45% körüli. Az elnyelési arányt  $\tau$ -val, az átbocsátási arányt  $a$ -val, a visszaverődési arányt  $r$ -rel jelölve kapjuk:  $\tau + a + r = 1,0$ .
- Az arányszámok egymáshoz viszonyított értéke hullámhosszanként változik, spektrális eloszlásuk pedig növényállományra jellemző.





- A növényállomány elnyelő-képességét egyrészt a levelek átbocsátási együtthatója, másrészt az elnyelő növényi tömeg és a levélzet geometriai rendszere tág határok között határozza meg.
- A növényállományok sugárzáselnyelő-képességét a Beer-törvény írja le:

$$I = I_0 \cdot e^{-kx} \quad (\text{W m}^{-2}) \quad (11.)$$

ahol:  $I_0$  : az elnyelő közegre eső sugárzási áramsűrűség  
 $I$  : áramsűrűség  $x$  út megtétele után

- Az a univerzális együtthatóval az átlagos elnyelési érték becsülhető, amikor is az optikai sűrűség helyett az azzal arányos LAI érték alkalmazható:

$$I = I_0 \cdot e^{-a \cdot LAI} \quad (\text{W m}^{-2}) \quad (12.)$$

ahol:  $a$  : a látható sugárzásra vonatkozó kioltási együttható

Ha  $\tau$  (elnyelés) értéke a visszaverődéshez és az átbocsátáshoz mérten jelentős, az alábbi összefüggést kell alkalmazni:

$$I = \frac{a}{I - \tau} I_0 e^{-a \cdot LAI}$$

ahol:  $\tau$  : az elnyelési együttható  
 $a$  : közelítő értéke 0,5



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





# Efficiencia

- Az efficiencia azt fejezi ki, hogy a beeső sugárzás hány százaléka épült be.
- Ismerve a beeső energia nagyságát, valamint a szárazanyag elemi tömegének energia ekvivalenciáját, a hasznosulási arány e két érték hányadosából képezhető.
- A teljes szoláris színképre vonatkoztatott energiahasznosulás szántóföldi növényekre 1,5-2,5%. A látható sugárzásra vonatkozó arány pedig a teljes színképre vonatkozó érték kétszerese.





# A LEVEGŐ MOZGÁSA A NÖVÉNYÁLLOMÁNYOK FELETT ÉS A NÖVÉNYÁLLOMÁNYOKBAN

- A levegőre, mint gáznemű anyagra érvényesek mindazok a fizikai törvényszerűségek, amelyek az össze nem nyomható folyadékokra vonatkoznak.
- A belső súrlódás jellemzésére a dinamikus és a kinematikus viszkozitás szolgál, amelynek értéke a légnyomástól és a hőmérséklettől függ.







# Az atmoszféra szerepe a talaj- növény-légkör rendszerben II.

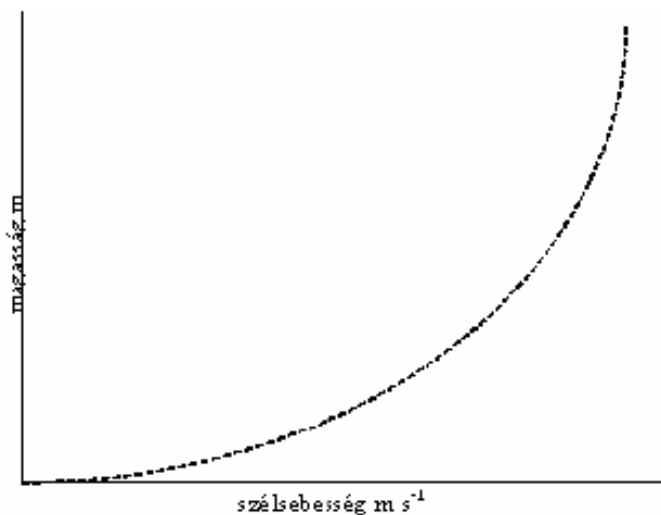
## 22. lecke



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



A szélesség változása a magasság függvényében



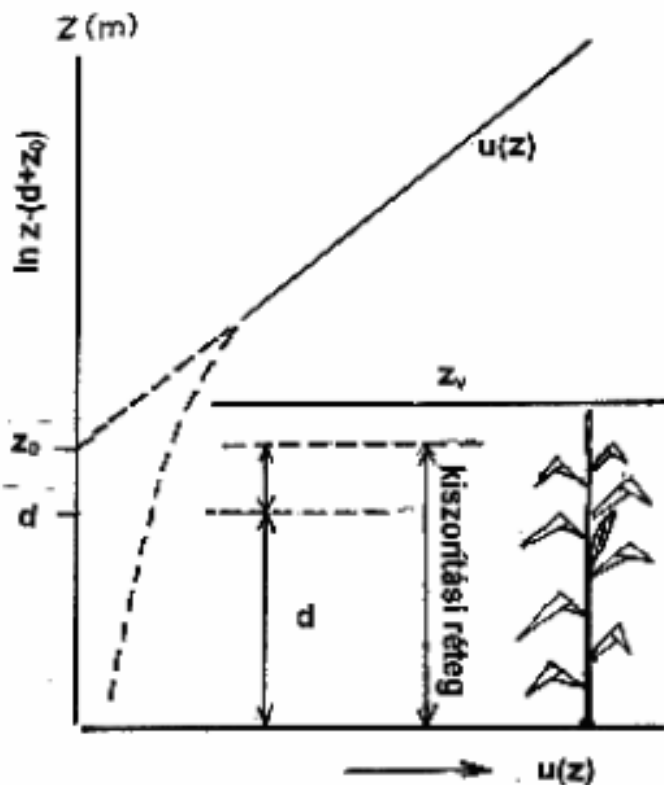
*A talajmenti súrlódási határreteg fontos közvetítő szerepet betöltő transzfer réteg, amelynek folyamatai biztosítják a felszíni tulajdonságok és anyagok légkörbe jutását, továbbá a talajfelszín és a légkör közötti kölcsönhatást.*



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



A tapasztalati aerodinamikai rétegződés ( $d, z_0$ ) a növényállományban



Tapasztalati mérések alapján:

$$d = 0,85 \cdot z_v \text{ [m]}$$

$$z_0 = 0,13 \cdot (z_v - d) \text{ [m]}$$

$z_v$ : a vegetáció  
magassága

Prandtl-törvény:

$$u(z) = \frac{u_*}{k} \ln \frac{z-d}{z_0} \quad (\text{m s}^{-1})$$

ahol:  $k$  : Kármán-féle állandó (0,4)

$u$  : súrlódási sebesség

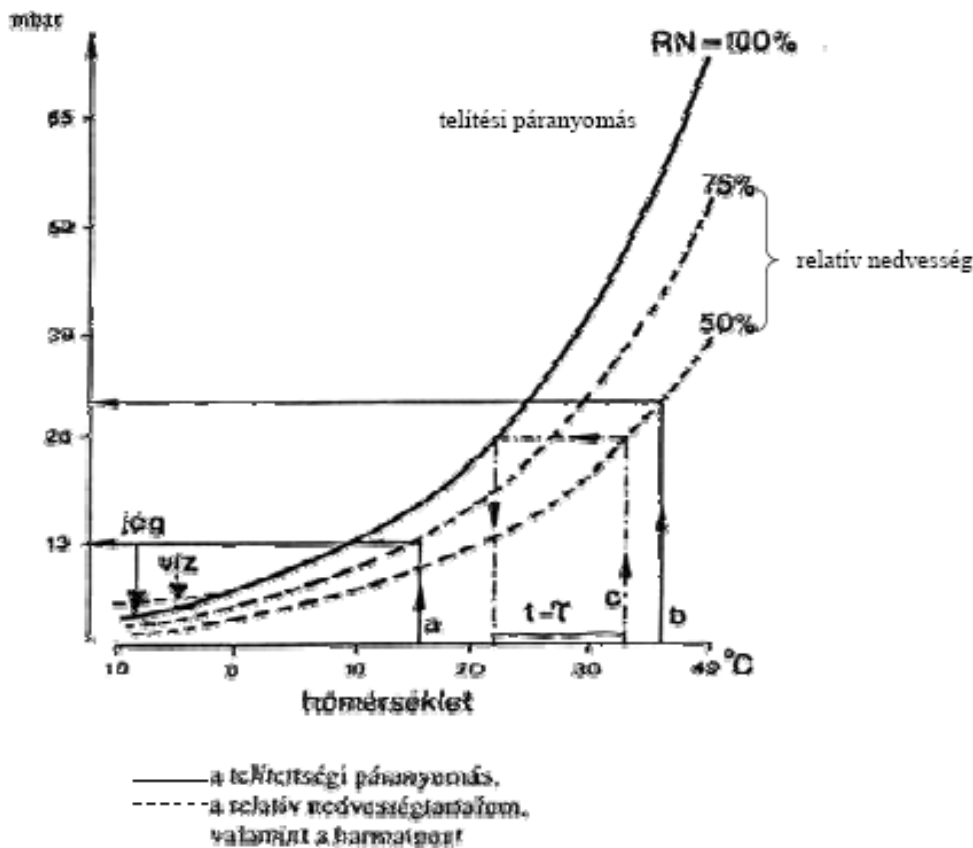
$z_0$  : érdességi magasság

$d$  : 0-pont eltolódási szint

$z$  : a vonatkozási magasság

# A levegő nedvességtartalma

A hőmérséklet és párányomás közötti összefüggés



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





# Párolgás

- A szántóföldi növénytermesztés egyik fő korlátozó tényezője a *vízellátottság*.
- A csapadéknak csak bizonyos hányada hasznosítható a növények számára.
- A talajfelszínre hulló csapadék talajba jutása, tárolása és hasznosulása a talajok vízgazdálkodási tulajdonságainak a függvénye.
- A lehullott csapadéknak mintegy a fele hasznosítható a szántóföldi növénytermesztésben.
- A hasznosulás mértéke a talaj fizikai féleségének, porozitásának, térszíni elhelyezkedésének, stb. függvénye.



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



- A *vízhasznosulás* elemzésekor a lehullott csapadék mennyiségén kívül ismerni kell az elpárolgott, a talajvízből a gyökérzónába jutó vízmennyiséget is.
- A párolgás nagyságát közvetlenül nem tudjuk mérni. Elkerülhetetlenné vált különböző számítás eljárások bevezetése, melyekkel az elpárolgott víz mennyisége becsülhető.
- Növénykonstans ( $k$ ): a növény referenciafelszínhez viszonyított vízfogyasztását kifejező tényező.



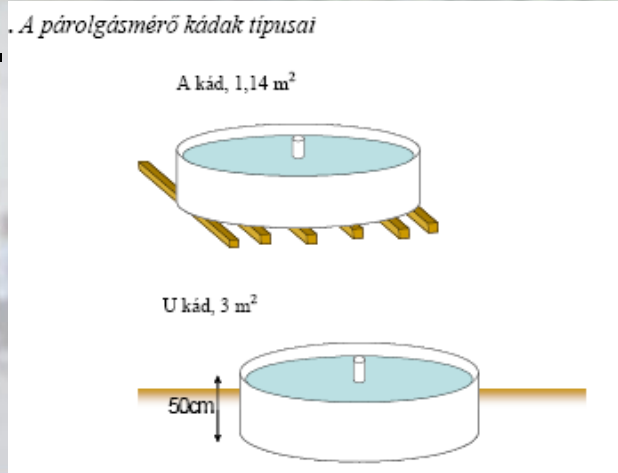




- A párolgásnak két nagy fogalmi kategóriáját szokás megkülönböztetni:
  - A vízhiány által nem korlátozott potenciális párolgás
  - A vízhiány által korlátozott tényleges párolgás
- E két nagy fogalomcsoportra egyaránt érvényes, hogy a párolgás alulról és felülről fizikailag korlátos. A párolgás sohasem haladhatja meg a felszínre érkező energia vízegyenértékét. Alsó határa nulla abban az esetben, ha a negatív párolgásról, azaz kondenzációról és harmatról nem beszélünk.



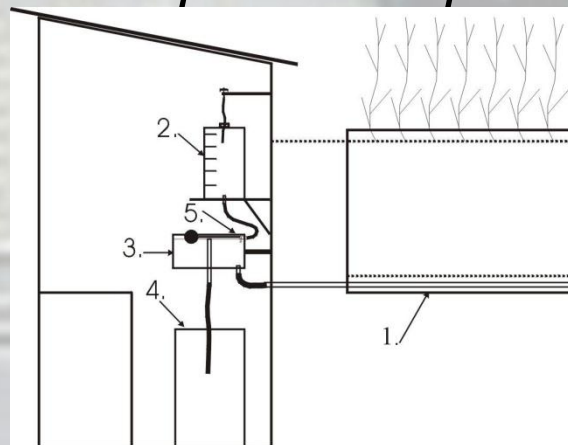
- A potenciális párolgást méréssel, illetve számítással határozzák meg.
- Meghatározott felületű, vízzel töltött párolgásmérő kádakat használtak a levegő párologtató-képességének a meghatározása.



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



- Párolgásmérésre ezen kívül még talajba süllyesztett kádakat, ún. lizimétereket is alkalmaznak.
- A liziméteredényt talajmonolittal töltik meg, melyet rendszeresen kaszált gyep fed. A kívánt nedvességtartalom folyamatos fenntartása céljából a kádhoz egy kompenzációs rendszer kapcsolódik, amely a kádba folyamatosan és automatikusan pótolja az elpárolgott vízmennyiséget. Ez az ún. Thornthwaite-féle kompenzációs evapotranszspirométer.



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



## Párolgás meghatározás módszerei:

### Blaney-Criddle módszer

$$ET_0 = p(0,46T_{\text{közép}} + 8)$$

### Thornthwaite-módszer

$$ET_0 = 1,6 \left( \frac{10T}{I} \right)^a$$

### Bowen-arány módszer

A Bowen-arány a szenzibilis- és a látens hő arányát fejezi ki. Az energia megoszlása a szenzibilis ( $H$ )- és a látens hő ( $\lambda E$ ) között egyenes összefüggésben áll a határréteg meteorológiai folyamataival (Oke 1987).

$$\beta = \frac{H}{\lambda E}$$



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





## • Penman-Monteith módszer

$$LET = \frac{\Delta(R_n - G) + \rho c_p (E - e) \frac{1}{r_a}}{\Delta + \gamma \left( 1 + \frac{r_c}{r_a} \right)}$$

LET az evapotranszpiráció látens energiaárama ( $\text{kJ m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ).

$R_n$  a sugárzási mérleg energiája a felszínen ( $\text{kJ m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ).

$G$  a talaj által forgalmazott hőenergia ( $\text{kJ m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ).

$\rho$  a levegő sűrűsége ( $\text{kg m}^{-3}$ ).

$c_p$  a nedves levegő állandó nyomáson vett fajhője ( $\text{kJ kg}^{-1} \text{C}^{-1}$ ).

$E - e$  telítési hiány (kPa).

$r_a$  aerodinamikus ellenállás ( $\text{s m}^{-1}$ ).

$r_c$  a növényállomány ellenállása ( $\text{s m}^{-1}$ ).

$\delta$  telítési párányomás egy  $^{\circ}\text{C}$ -ra eső változása ( $\text{kPa C}^{-1}$ ).

$\gamma$  pszichrometrikus konstans ( $\text{kPa C}^{-1}$ ).



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



# Köszönöm a figyelmet!



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