



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



Goudriaan mikroklímaszimulációs modellje I. 27. lecke



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



Mikroklíma fogalma

A növényállományon belüli mikroklíma alatt az állományon belüli légtér jellemzőinek rendszerét (a hőmérséklet, nedvességtartalom, szél és egyéb elemek egymással kölcsönhatásban levő együttesét) értjük. Ezek jelentik azokat a közvetlen környezeti tényezőket, amelyek megszabják a növényi produkció alakulásának feltételeit, valamint az együtt élő organizmusokra – gombák, vírusok, állati kártevők – is ez a környezeti feltétel bír közvetlen hatással (*Hunkár 1990*).



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



- A CMSM modell a növényállományon belüli energiakicserélődési folyamatok leírása alapján működik (*Páll et al.* 1998).
- A szimulációs modellek alapja a növény vízháztartásának, a levelek fényelnyelésének és hasznosításának, a szárazanyag előállításának, valamint ez utóbbi szervenkénti megoszlásának számszerű meghatározása.
- *Goudriaan* (1977) szimulációs modellje és annak javított változata (*Goudriaan és Van Laar* 1994) az állományra jutó sugárzási energia megoszlását, annak különböző energiaigényes folyamatokban történő felhasználását követi nyomon (*Anda és Lőke* 2003).
- A Crop Micrometeorological Simulation Model (CMSM) elméleti háttere az energiaátalakulás és transzportfolyamatok fizikája. A modell a talaj- és légkörfizikai, valamint növényélettani törvényszerűségek segítségével a mikroklímát és a növényzetet jellemző sajátosságokat számítja (*Páll et al.* 1998).



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



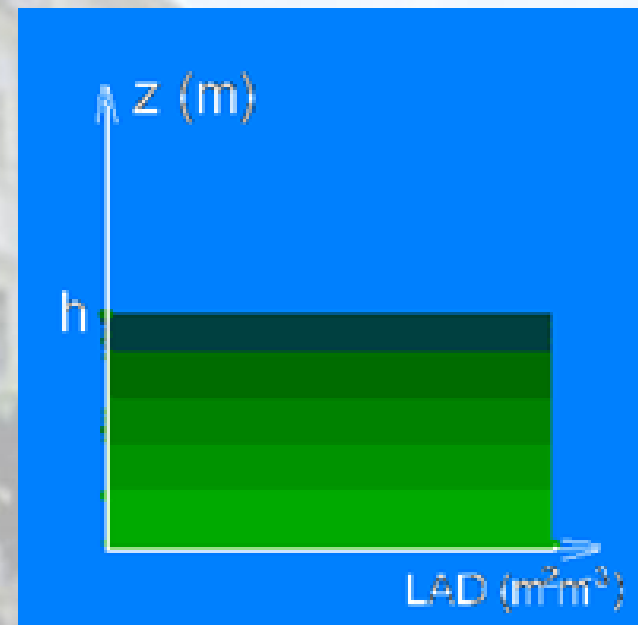
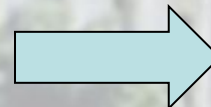
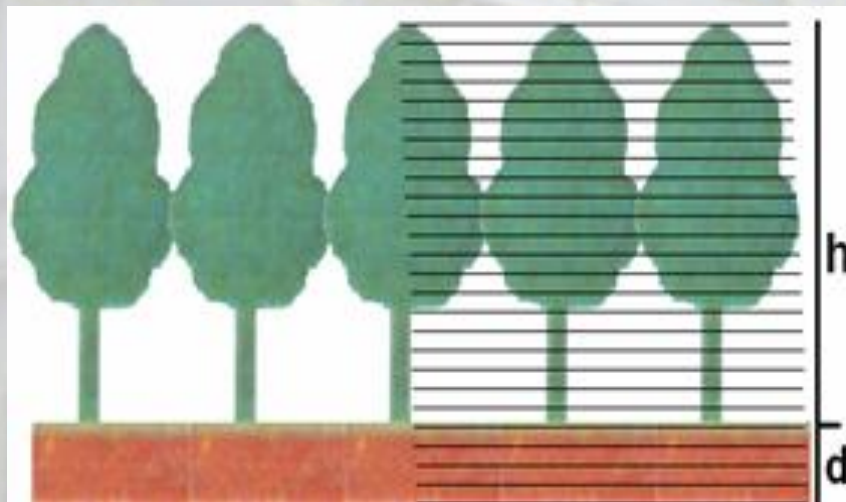
- Mivel a növényállományok függőleges struktúrája nem homogén, az energia további sorsának meghatározásához a növénymagasságot különböző számú rétegre szokás bontani, melyek tulajdonságaik tekintetében már többé-kevésbé homogénnek tekinthetők (többrétegű modell).
- A rétegek számát az állomány sajátosságai, valamint a kitűzött cél, a vizsgálni kívánt elem befolyásolhatják (*Goudriaan 1977, Anda et al. 2002*).





Többrétegű modell sémája

D. T. Mihailovic: Lectures at Corvinus University, Budapest (Hungary), 23-25 August 2006



Multi-layer model



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



- A modell részletes számítások alapján profilokat állít elő az állományon belül az egyes meteorológiai elemekre. A CMSM három fő részből áll: sugárzási-, aerodinamikai- és talaj almodellből.
- Az első két almodell statikus minden időpillanatban a légtérben fennálló egyensúlyi állapot szerint, míg a talaj almodell dinamikus.





- Az állomány vízszintes irányú homogenitása miatt elegendő a függőleges irányú áramlásokkal számolni. A rétegen belüli sugárzásgyengülést a Beer törvénynek megfelelően írhatjuk le *Monsi* és *Saeki* (1953) alapján:

$$I / I_0 = \exp (- K * L)$$

ahol I a kilépő, I_0 a belépő sugárzás intenzitása, K az elnyelést és a szórást jellemző extinkciós együttható, L pedig az adott rétegben lévő levélfelület.



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



- A növény-levegő réteg hőtárolását elhanyagolhatjuk (pl. a talaj hőtárolásához képest), ezért az egy-egy réteg be- és kilépő energiaáramának különbsége a rétegben lévő forrás vagy nyelő által meghatározott. Az energiaátadás veszteségeit bizonyos ellenállás jellegű mennyiségekkel vesszük figyelembe. A hőátadással szembeni ellenállást $r_{H,i}$ -vel, a nedvességnek a rétegbe való bejutásával szembeni ellenállást $r_{V,i}$ -vel, a turbulens átvitellel szembeni ellenállást R_f -vel jelölve a következő összefüggéseket írhatjuk le:

$$H_i = \frac{(T_{L,i} - T_{a,i}) \rho c_p}{r_{H,i}} \quad \lambda E_i = \frac{(e_{s,T_{L,i}} - e_{a,i}) \rho c_p}{r_{V,i} \gamma}$$

ahol ρ a levegő sűrűsége, c_p az állandó nyomáson vett fajhője, $T_{L,i}$ a növény hőmérséklete, $T_{a,i}$ a levegő hőmérséklete, γ pszichrometrikus konstans, a növényhőmérsékletéhez tartozó telítési gőznyomás, $e_{a,i}$ a tényleges gőznyomás. Az r_v és r_H közötti különbség a sztómaellenállásnak tudható be.



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



- Az egyes rétegek közti energiaáramokat a turbulens ellenállás figyelembe vételével kapjuk:

$$H_i = \rho c_p (T_{a,i} - T_{a,i-1}) / R_i$$

$$\lambda E_i = (\rho c_p / \gamma) (e_{a,i} - e_{a,i-1}) / R_i$$





- Az i -edik rétegben a léghőmérséklet átlagos értéke $T_{a,i}$

$$T_{a,i} = T_{a,i-1} + H_i \frac{R_i}{\rho c_p}$$





- A párányomás az i -edik rétegben:

$$e_{a,i} = e_{a,i-1} + \lambda E_i \frac{R_i}{\rho c_p \gamma}$$



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



Goudriaan mikroklímaszimulációs modellje II. 28. lecke



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



- Az i -edik rétegben lévő levélzet hőmérséklete:

$$T_{L,i} = T_{a,i} + (H_i - H_{i-1}) \frac{r_{H,i}}{\rho c_p}$$





A nettó CO₂ asszimiláció számítása

A nettó CO₂ asszimilációs ráta (F_n) *Van Laar* és *Penning de Vries* (1972) (*Goudriaan*, 1977) tapasztalati görbéje szerint:

$$F_n = (F_m - F_d) [1 - \exp(-R_v \varepsilon / F_m)] + F_d$$

ahol

F_m a maximális CO₂ asszimilációs ráta,

F_d a nettó CO₂ asszimiláció a sötét légzéskor,

R_v az elnyelt rövid hullámú sugárzás (egységnyi LAI-ra),

ε az F_n - R_v görbe meredeksége alacsony fényintenzitásnál,

vagy efficiencia ($17,2 \cdot 10^{-9}$ kg J⁻¹ fény kukoricában).



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



A sztóma ellenállás számítása

A nettó CO₂ asszimilációból számítható a sztómaellenállás ($r_{levél}$):

$$F_n = \frac{1,83 \cdot 10^{-6} (C_e - C_r)}{1,66 r_{levél} + 1,32 r_H}$$

$$r_{levél} = \frac{1,83 \cdot 10^{-6} (C_e - C_r)}{1,66 F_n} - 0,783 r_H$$

ahol

r_H a hőátadással szembeni ellenállás,

1,66 a CO₂ és H₂O diffuzivitásának aránya,

$1,83 \cdot 10^{-6}$ átváltja a CO₂ koncentrációt (ppm) kg CO₂ m⁻²-ra 20°C-on,

C_e a légköri CO₂ koncentráció,

C_r a növény intercelluláris járatainak szén-dioxid koncentrációja,

1,32 a CO₂-dal szembeni ellenállás számításából ered.



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



- A növényállomány legalsó rétege a talajfelszínnel határos, a gyökérzóna pedig a talajban helyezkedik el. A talaj nedvességi állapota és hőmérséklete a növény vízfelvétele szempontjából cseppet sem közömbös. A vízfelvétel, majd a vízleadás pedig a látens és érzékelhető (szenzibilis) hő arányára van hatással.
- A talajnedvesség jellemzésére a vízpotenciált használja a modell, de ennek egy napon belüli változását nem veszi figyelembe. A talaj hőforgalmának számításánál a talaj hőfizikai tulajdonságainak ismeretében a talajfelszín sugárzási mérlegéből indul ki. A talaj hőtárolása jelentős, így a kezdeti időpillanatra ismerni kell a talajhőmérséklet függőleges eloszlását a felső 50 cm-es rétegben (*Hunkár 1990*).





A modell bemenő paramétereirei

1. a referenciaszintre vonatkozó meteorológiai adatok, mint vezérlő változók

- párányomás a referenciamagasságban [mbar]
- globálsugárzás [$\text{J m}^{-2} \text{s}^{-1}$]
- léghőmérséklet a referenciamagasságban [$^{\circ}\text{C}$]
- szélesebesség a referenciamagasságban [m s^{-1}]





2. a növényállományra vonatkozó jellemzők – paraméterek és függvények

- levelek átlagos ellenállási koefficiense [-]
- a gyökér maximális vízszállító-képessége [-]
- adott hőmérsékleten maximális CO_2 -asszimilációs ráta [$\text{kg CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$]
- turbulens intenzitás az állományban [-]
- az állomány levélfelületi indexe [$\text{m}^2 \text{ m}^{-2}$]
- belső CO_2 -koncentráció [ppm]
- a levél kutikula ellenállása [s m^{-1}]
- a xylem ellenállása a vízárammal szemben [$\text{bar m}^2 \text{ s m}^{-3}$]
- a levelek átlagos szélessége [m]
- az állomány vízpotenciálja [bar]
- az állomány magassága [m]





3. a talajra vonatkozó termikus tulajdonságok és a talaj állapotátározói

- hőfluxussűrűség a talajfelszínen [$\text{J m}^{-2} \text{s}^{-1}$]
- a talaj hővezető-képessége [$\text{J m}^{-1} \text{s}^{-1}$]
- a talaj térfogatos hőkapacitása [$\text{J m}^{-3} \text{K}^{-1}$]





4. a tér- és időbeliséget meghatározó adatok


- az év napjainak sorszáma január 1.-től számítva [-]
- időlépték [óra]
- a talajrétegek száma [-]
- földrajzi szélesség [-]
- helyi idő [óra]
- a rétegek száma az állományban [-]
- referenciamagasság [m]
- a talajrétegek vastagsága [m]





Mikroklíma szimuláció

Szimuláció | Paraméterek | Függvények | Változók | Eredmények



**Növényállomány
mikroklímájának
szimulációja**

Keszthely, 1999. 07.

Mikroklíma szimuláció



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



Debrecen Egyetem
Mezőgazdaság- Élelmiszertudományi és
Környezetgazdálkodási Kar



Pannon Egyetem
Georgikon Kar



Köszönöm a figyelmet!



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