

A légköri ózon fluxusa egy bugaci, alacsony levélfelülettel rendelkező gyepvegetáció fölött; módszer a sztóma és a nem-sztóma ülepedési komponensek szétválasztására

Horváth László

Zöldfü Levegőkörnyezet-szakértő Bt.



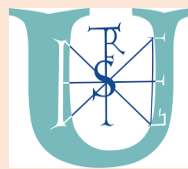
Móring Andrea

University of Edinburgh



Nagy Zoltán

Szent István Egyetem, Növénytani és Növényökológiai Intézet



Weidinger Tamás

ELTE, Meteorológiai Tanszék



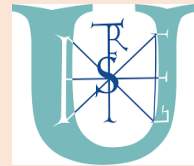
Koncz Péter

Duna-Ipoly Nemzeti Park



Pintér Krisztina

Szent István Egyetem, Növénytani és Növényökológiai Intézet



Erdészeti Tudományos Intézet

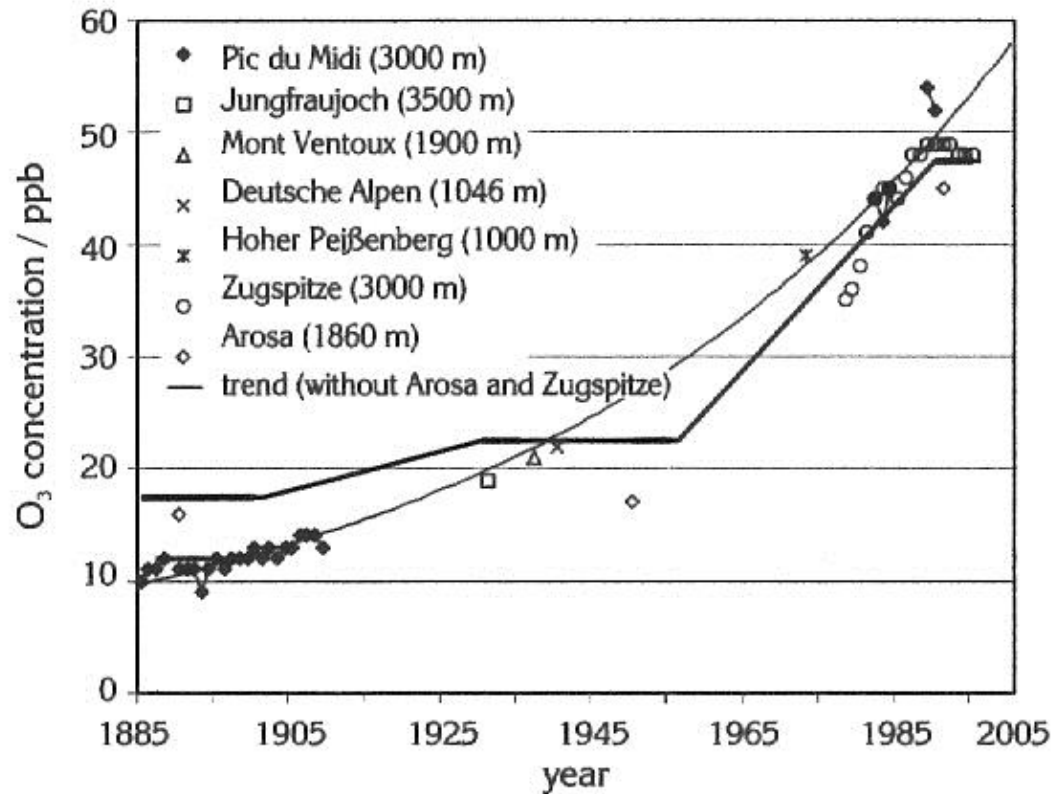


Figure 1 Historical trend of ozone. Trend line from (16), thick line based on additional data from Arosa (5) and Mt Zugspitze (39)

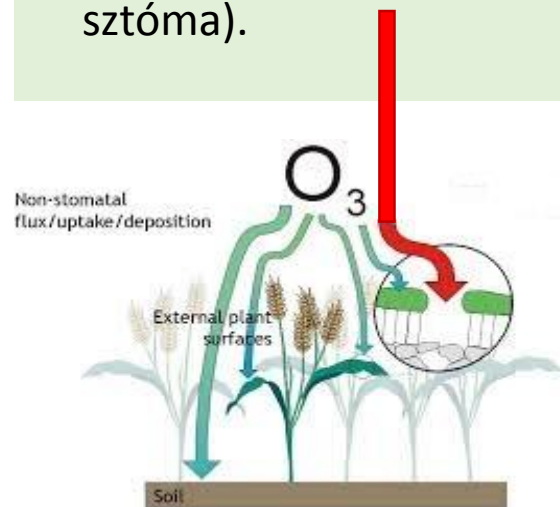


Az ózon növényzetre gyakorolt hatásának becslése

A légzőnyílásokon (sztómákon) keresztül fejt ki káros hatását a növényekre

A hatások becslésére használt paraméterek:

- Ózon koncentráció (nmol/m^3): Nem specifikus, az ózon felvétel évszakfüggő, napszakfüggő.
- AOT40 ($\text{ppb}\times\text{h}$): Nappal, nem specifikus, nem arányos a felszín ózon felvételével, az ózon fluxussal (pl. szélcsend).
- Ózon fluxus ($\text{nmol}/\text{m}^2\text{s}$): Nem specifikus, nem csak a légzőnyílásokon ülepszik az ózon.
- Sztóma fluxus ($\text{nmol}/\text{m}^2\text{s}$): Specifikus, de ehhez szét kell választani az ülepedési formákat (talaj, levélfelület, sztóma).



Cél: az ózon sztóma fluxusának meghatározása; a káros hatások mértékének számszerűsítése cjból (és az ÉCLAIRE projekt DoW protokolljában előírt vizsgálatok teljesítése).

Mérések: Bugac-puszta, 2012-2014

Legelő, alacsony LAI $\ll 4$, átlag = 0,5

Festuca pseudovina, *Carex stenophylla*, *Cynodon dactylon*

Talaj: homok 79%, agyag 13%

Legeltetés, 0,5-0,8 tehén/ha

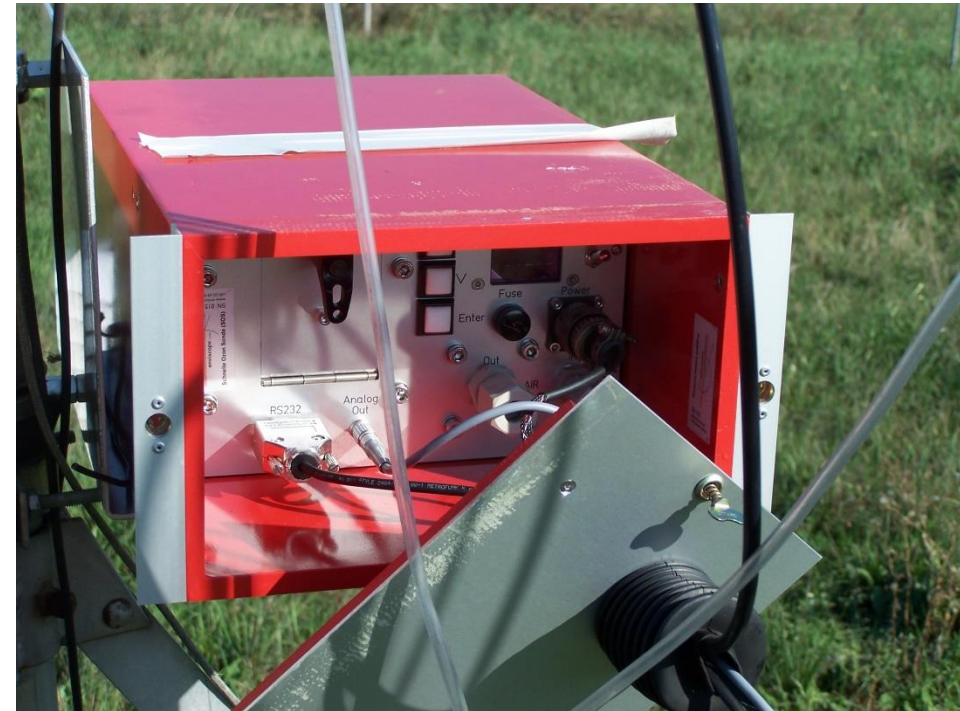
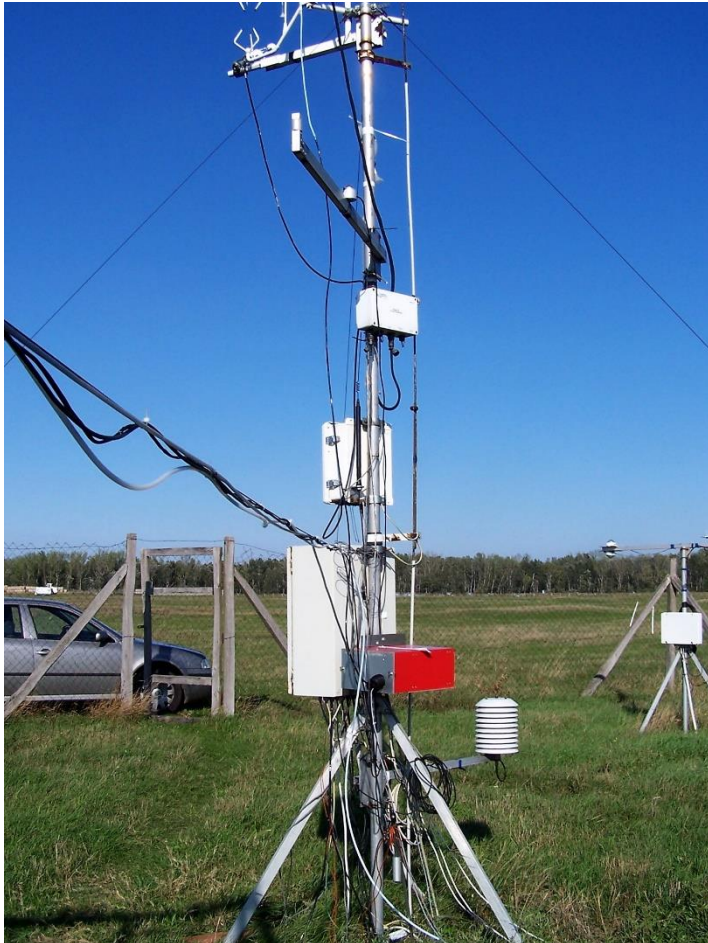
Ultrahang anemométer

Gyors válaszidejű (10 Hz) ózommérő

Eddy-kovariancia: $F = -\overline{w'c'}$

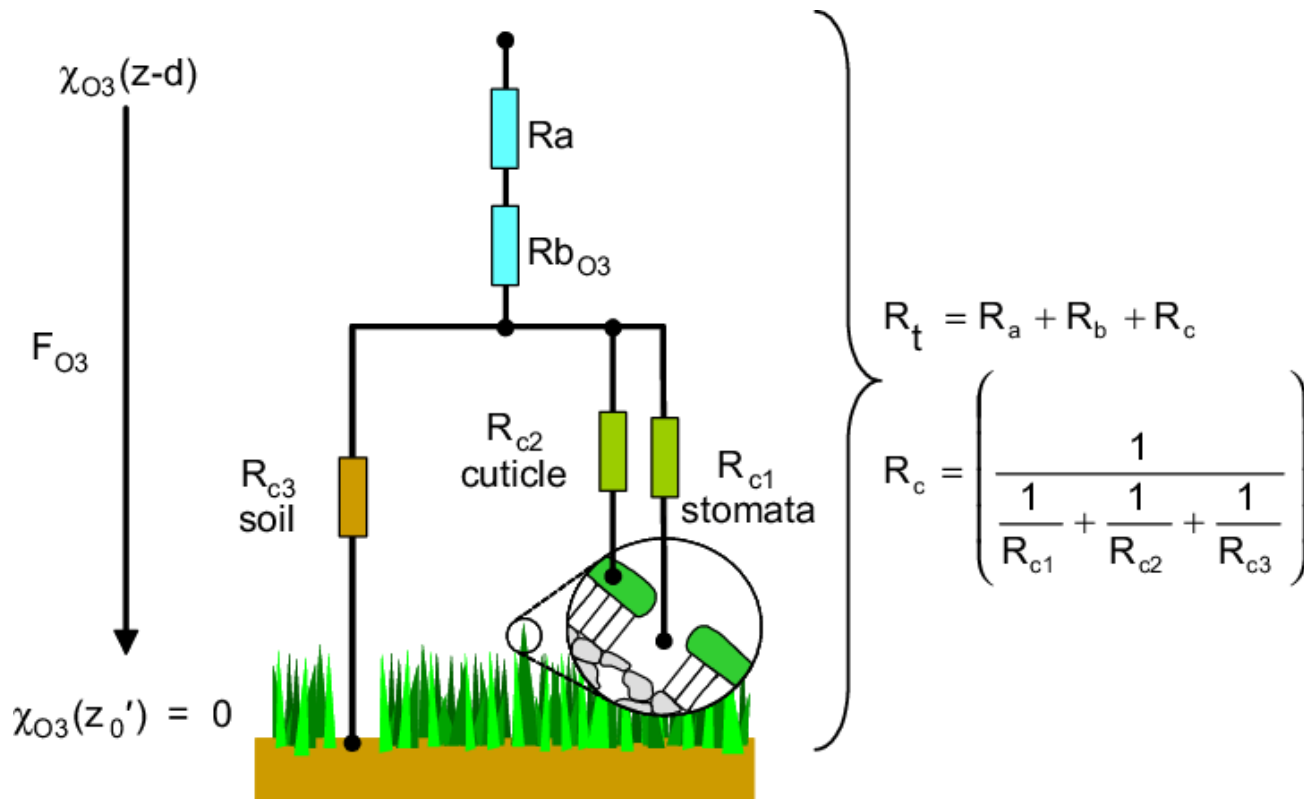
Kiegészítő mérések (pl. vízgőz fluxus)

86 mért, vagy származtatott paraméter



Száraz ülepedési modell

Cél: az ózon sztóma fluxusának kiszámítása



Ülepedési sebesség (v_d) a fluxusból

$$F = -\overline{w'c'} = -c v_d$$

Ülepedésre ható 'bruttó' ellenállás (r) összetevői

$$r = \frac{1}{v_d} = r_a + r_b + r_c$$

Légköri (r_a, r_b) és állomány ellenállások (r_c) elválasztása

$$r_a + r_b = \frac{u}{u_*^2} + \frac{2}{\kappa u_*} \left(\frac{Sc}{Pr} \right)^{\frac{2}{3}}$$

r_c -t tehát már ismerjük, de a sztóma (r_{st}) és nem-sztóma (r_{nst}) ellenállásokat szét kéne választani

$$\frac{1}{r_c} = \frac{1}{r_{st}} + \frac{1}{r_{nst}}, \quad \kappa_c = \kappa_{st} + \kappa_{nst}$$

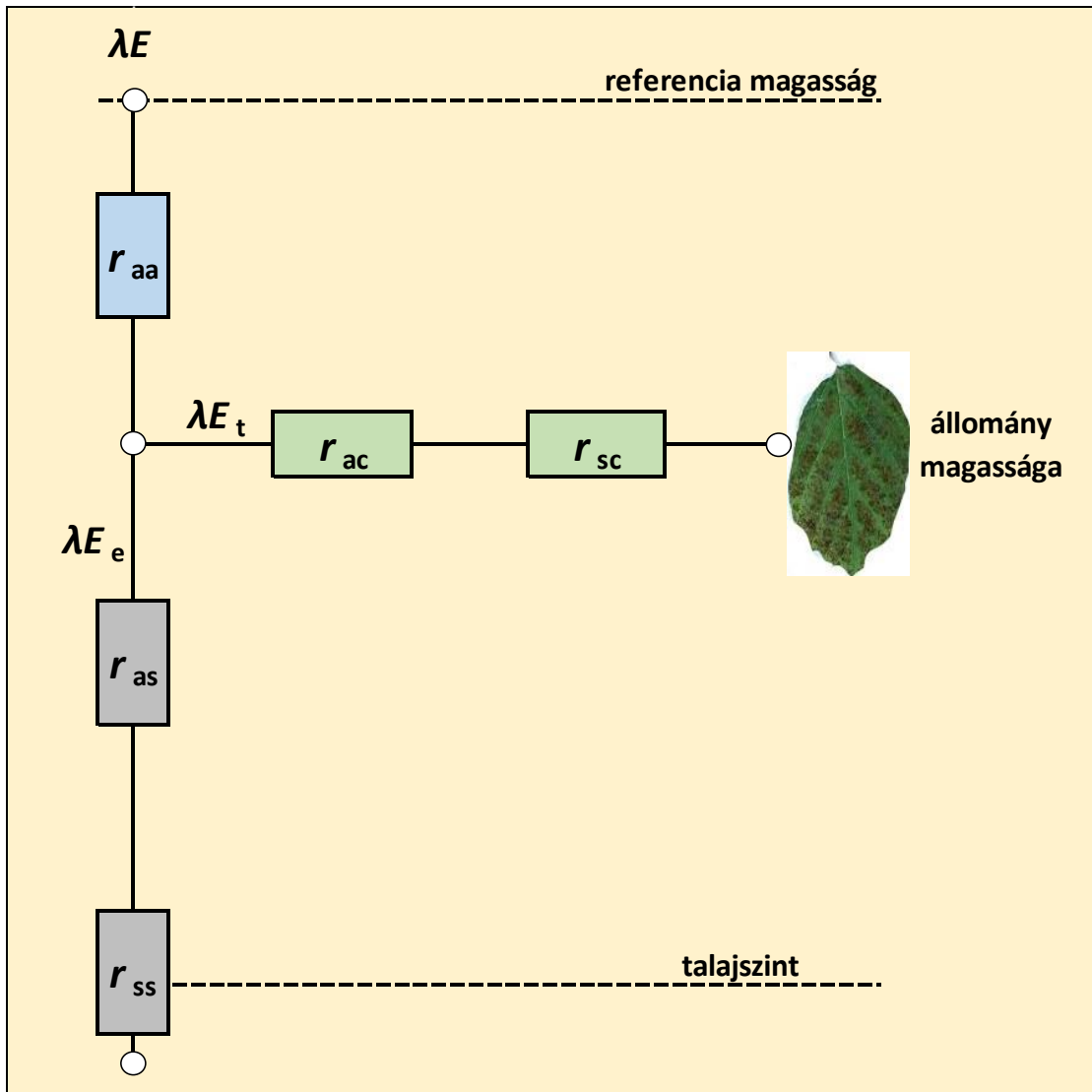
A sztóma ellenállás (vezetőképesség) kiszámítható a PM egyenlettel a vízgőz párolgás analógiájára

$$\frac{1}{r_{st}} = \kappa_{st} = \frac{D_{O_3}}{D_w} \frac{\frac{E_t}{\delta}}{1 + \frac{E_t}{\delta} (r_a + r_b) \left(\frac{\beta \Delta}{v} - 1 \right)}$$

És ekkor a sztóma fluxus kiszámítható (csak ehhez előbb szét kell választani κ_{st} és κ_{nst} tagokat

$$-F_{st} = c \kappa_{st} \left(\frac{r_c}{r} \right).$$

Shuttleworth-Wallace modell



A modell parametrizációja

$$\lambda E = \lambda E_e + \lambda E_t = C_s PM_s + C_c PM_c$$

$$PM_c = \frac{\Delta R + (\rho c_p D - \Delta r_{ac} R_s) / (r_{aa} + r_{ac})}{\Delta + \gamma [1 + r_{sc} / (r_{aa} + r_{ac})]}$$

$$PM_s = \frac{\Delta R + [\rho c_p D - \Delta r_{as} (R - R_s)] / (r_{aa} + r_{as})}{\Delta + \gamma [(1 + r_{ss} / (r_{aa} + r_{as}))]}$$

$$C_c = \frac{1}{1 + \left[\frac{\rho_c \rho_a}{\rho_s (\rho_c + \rho_a)} \right]}$$

$$C_s = \frac{1}{1 + \left[\frac{\rho_s \rho_a}{\rho_c (\rho_s + \rho_a)} \right]}$$

λE : látens hőáram, λE_e : párolgás, λE_t : transpiráció

$$R = R_n - G,$$

$$R_s = R_{ns} - G,$$

$$R_{ns} = R_n e^{-0.6 LAI}$$

$$G = 0.1 \times R_n.$$

$$\rho_a = (\Delta + \gamma)r_{aa},$$

$$\rho_c = (\Delta + \gamma)r_{ac} + \gamma r_{sc},$$

$$\rho_s = (\Delta + \gamma)r_{as} + \gamma r_{ss}.$$

$$r_{aa}(\alpha) = \frac{\ln\left(\frac{z-d}{z_0}\right)}{k^2 u} \left\{ \ln \frac{z-d}{h-d} + \frac{h}{n(h-d)} e^{n\left[1-\frac{(d+z_0)}{h}\right]} - 1 \right\}$$

$$r_{as}(\alpha) = \frac{\ln\left(\frac{z-d}{z_0}\right)}{k^2 u} \frac{h}{n(h-d)} \left[e^n - e^{n\left(1-\frac{d+z_0}{h}\right)} \right]$$

$$r_{aa}(0) = \frac{\ln^2\left(\frac{z}{z_0}\right)}{k^2 u} - r_{as}(0),$$

$$r_{as}(0) = \frac{\ln \frac{z}{z_0} \ln \frac{(d+z_0)}{z_0}}{k^2 u},$$

$$r_{aa} = \frac{LAI r_{aa}(\alpha)}{4} + \frac{(4-LAI)r_{aa}(0)}{4}$$

$$r_{as} = \frac{LAI r_{as}(\alpha)}{4} + \frac{(4-LAI)r_{as}(0)}{4}$$

$$r_{ac} = \frac{r_{bv}}{2 LAI}$$

$$r_{sc} = \frac{r_{mst}}{2 LAI}$$

$$r_{ss} = b_1 \left(\frac{\theta_s}{\theta}\right)^{b_2} + b_3,$$

$$b_1 = 2.63 \text{ s m}^{-1}, b_2 = 1.32, b_3 = 4.87 \text{ s m}^{-1}$$

$$\delta = \rho_{vs} - \rho_v; \rho_{vs} = \frac{e_s}{R_w T},$$

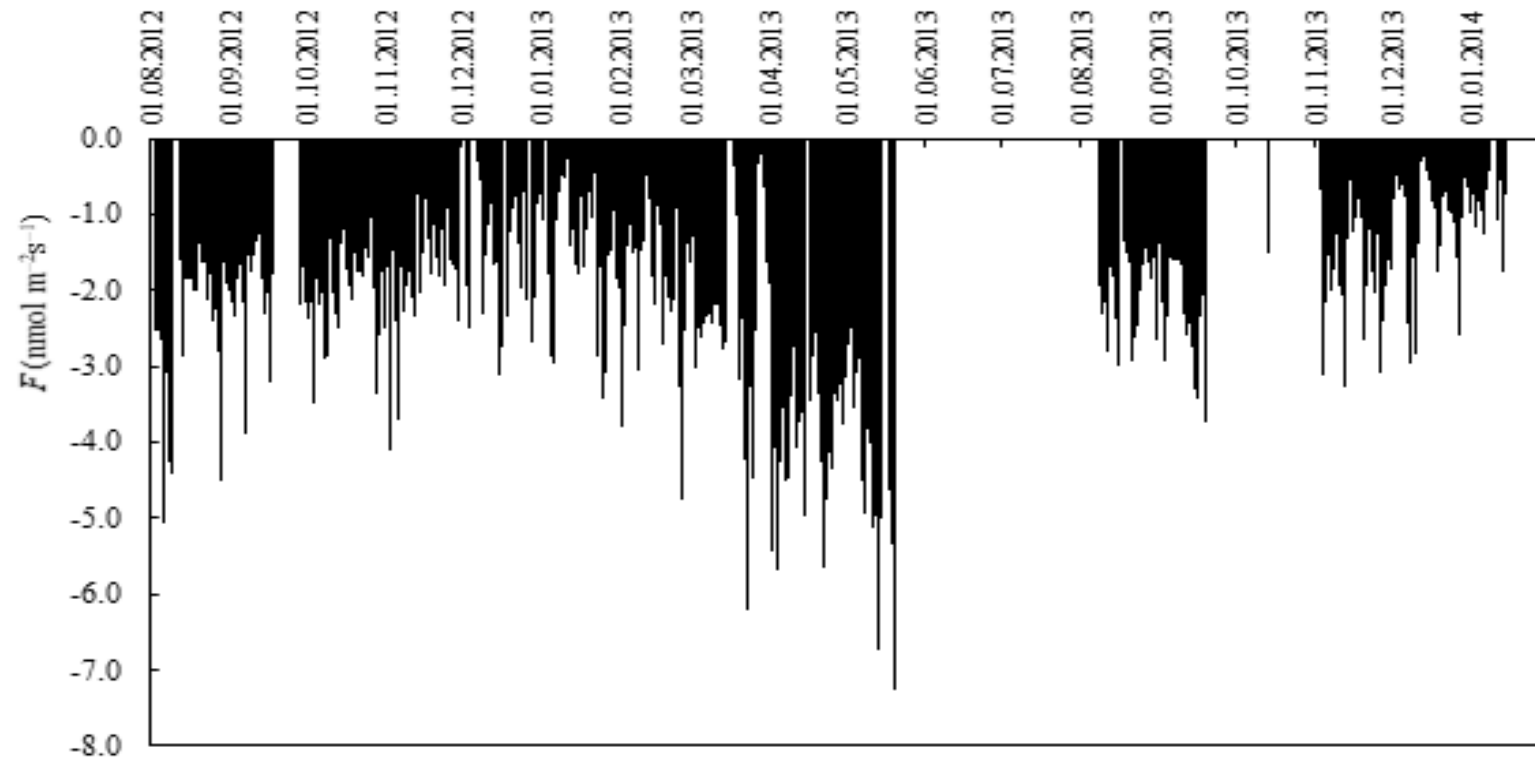
$$\rho_v = \frac{e}{R_w T}; e = e_s RH,$$

$$e_s = 611 \times 10^{\frac{at}{b+t}}$$

$$s = \frac{e_s \lambda}{R_w T^2}$$

$$\gamma = \frac{c_p p}{0.6215 \lambda}$$

Eredmények



A teljes ózon fluxus (napi átlagok)

A sztóma, nem sztóma vezetőképesség és fluxus szétválasztása

$\lambda E_t = C_c P M_c$ ismeretében

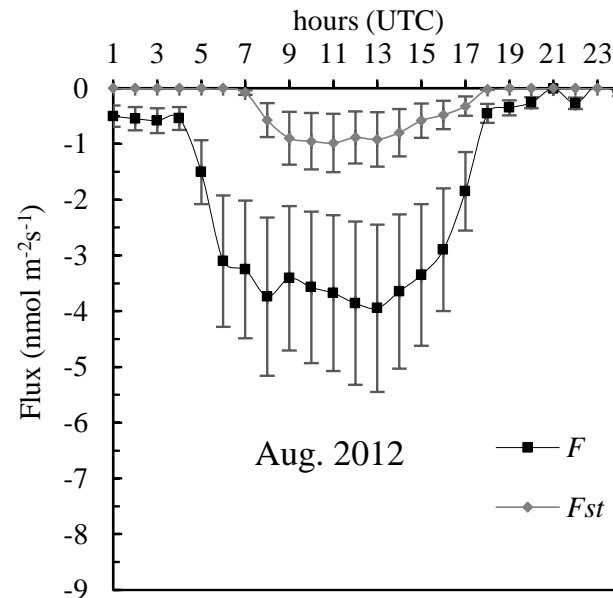
a sztóma vezetőképesség:

$$\kappa_{st} = \frac{D_{O_3}}{D_w} \frac{\frac{E_t}{\delta}}{1 + \frac{E_t}{\delta} (r_a + r_b) \left(\frac{\beta \Delta}{\gamma} - 1 \right)},$$

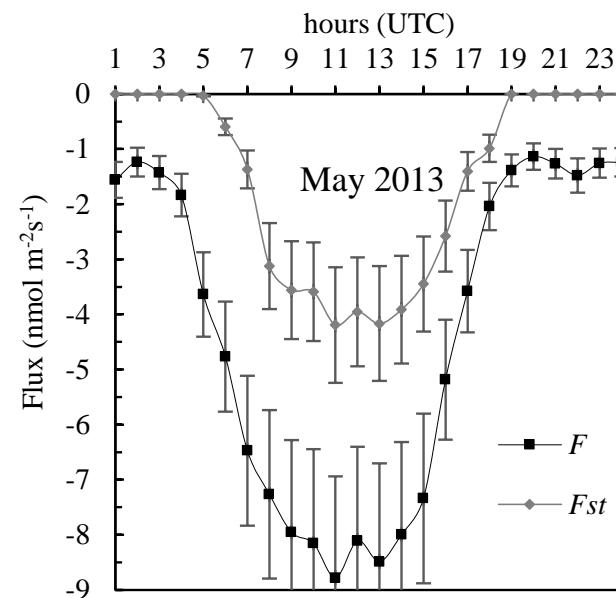
és az ózon sztóma fluxusa:

$$-F_{st} = c \kappa_{st} \left(\frac{r_c}{r} \right).$$

kiszámítható.



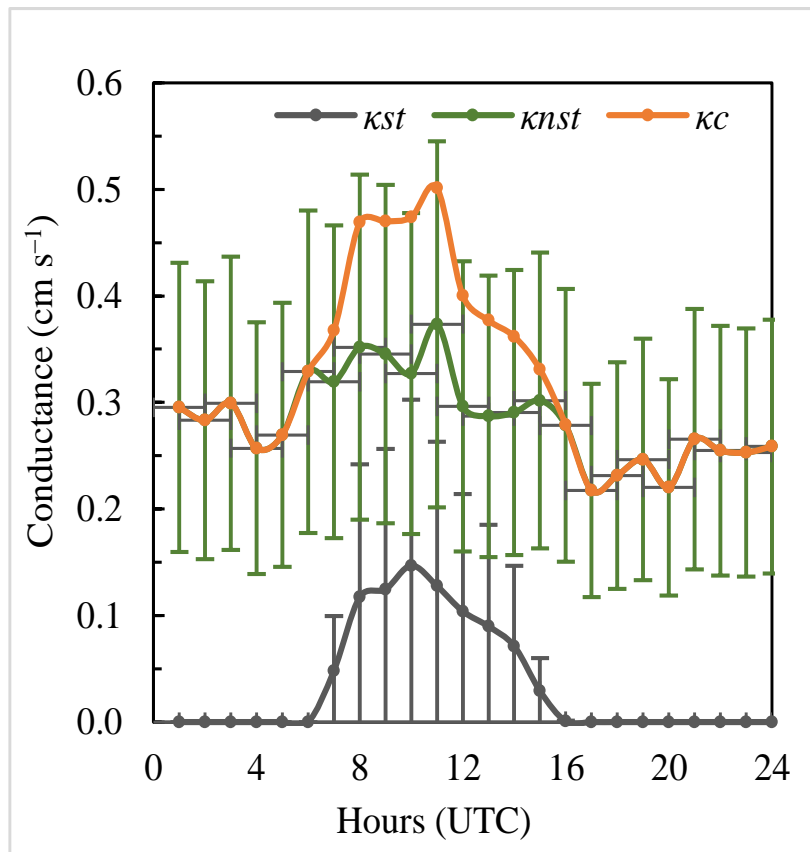
$LAI = 0,25$



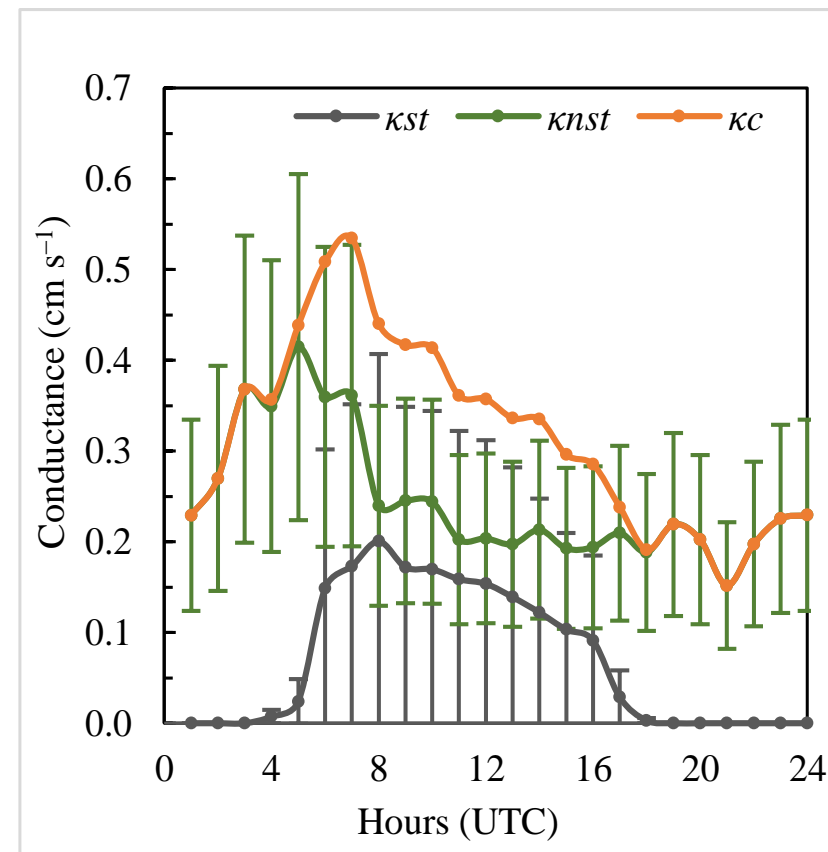
$LAI = 1,04$

Az ózon fluxus napi menete

Az állomány κ_c , a sztóma κ_{st} és a nem sztóma κ_{nst} vezetőképesség napi menete különböző időszakokban

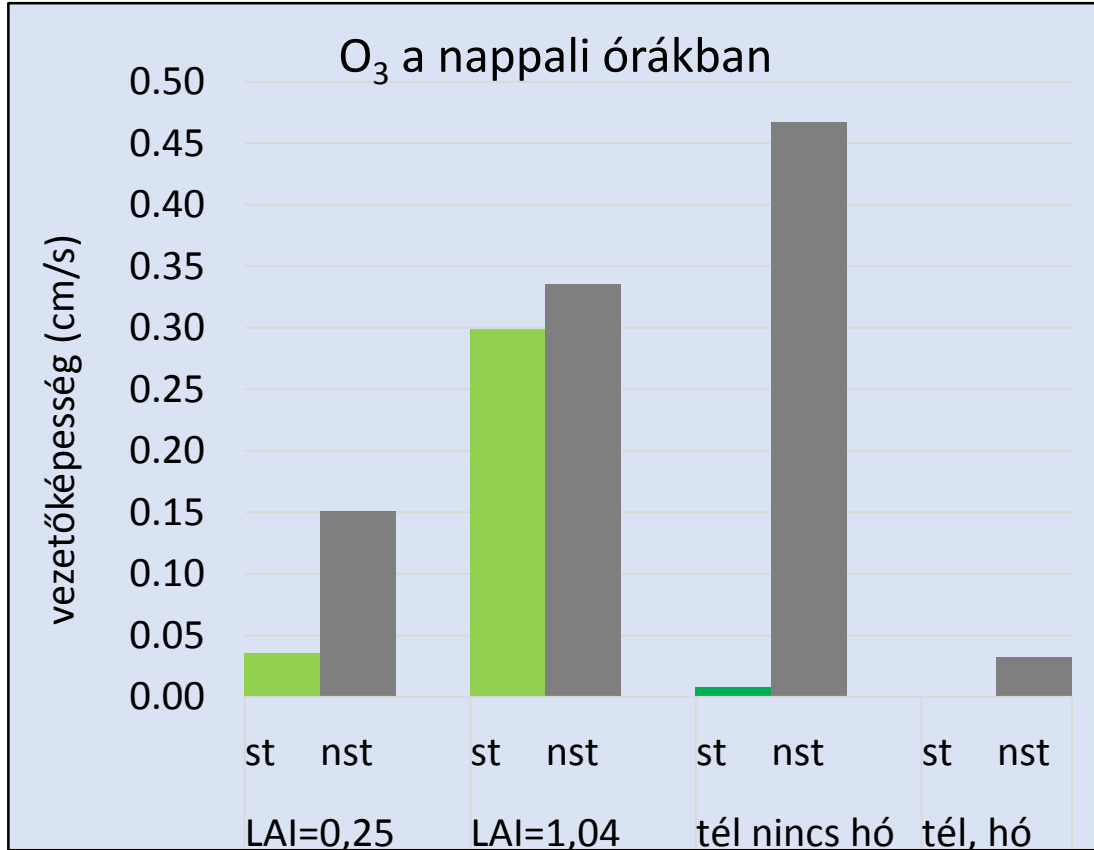


téli félév (október-március)



nyári félév április-szeptember

Következtetések



- Az ózon sztóma és nem sztóma ülepedése (fluxusa) a PM-SW modellek összekapcsolásával szétválasztható, kiszámítható.
- Gyér borítottságú gyeves felszínek fölött a nem sztóma ülepedés nem elhanyagolható (ellentétben a $LAI > 4$ esetekkel)
- A két ülepedési forma a $LAI \sim 1$ esetben hasonló nagyságú, $LAI = 1$ alatt a nem sztóma ülepedési formák dominálnak
- Télen nem vegetáló növényzettel borított felszín ellenállása kisebb, mint a vegetációs időszakban

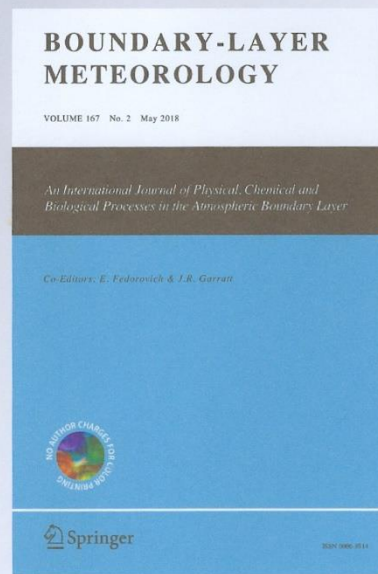
*An Attempt to Partition Stomatal and
Non-stomatal Ozone Deposition Parts on a
Short Grassland*

**L. Horváth, P. Koncz, A. Móring,
Z. Nagy, K. Pintér & T. Weidinger**

Boundary-Layer Meteorology
An International Journal of Physical,
Chemical and Biological Processes in
the Atmospheric Boundary Layer

ISSN 0006-8314
Volume 167
Number 2

Boundary-Layer Meteorol (2018)
167:303-326
DOI 10.1007/s10546-017-0310-x



 Springer



MetNapok 2019. november 14-15.