A planetáris határréteg turbulens kicserélődési folyamatainak modellezése

Bordás Árpád

Témavezető: Dr. Weidinger Tamás

Tartalom

1. Röviden a plenetáris határrétegről

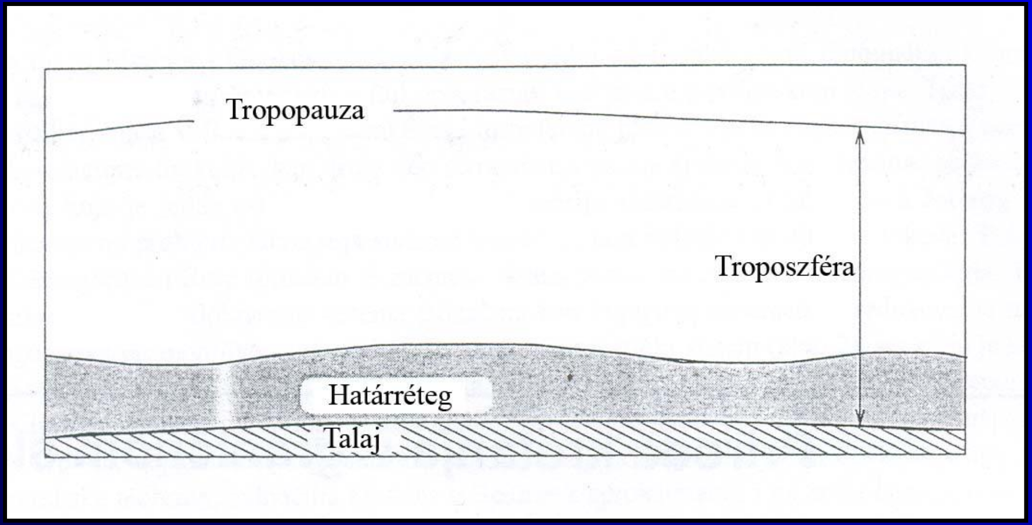
2. A tutatási terv rövid ismertetése

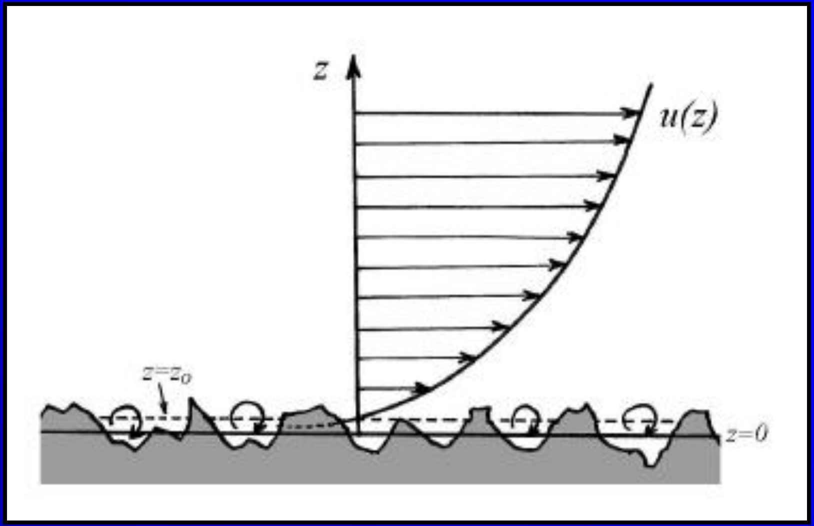
3. A modell bemutatása

4. Publikációs lista

1. Röviden a planetáris határrétegről

– A planetáris határréteg a légkör alsó 0,3-2 km-es része, ahol a felszín mint mechanikus és termikus kényszer hatása érvényesül.





– A planetáris határréteg szerkezetét a felszínről induló turbulens örvények és a légkör stabilitási viszonyai határozza meg.

– A határrétegkutatás fontos eszközei az 1D vertikális modellek, amelyek segítségével egyszerűen írható le a határréteg szerkezete és az itt lejátszódó turbulens keveredési folyamatok.

2. A kutatási terv rövid ismertetése

1. év
Lokális és nemlokális keveredési sémák vizsgálata és összehasonlítása.

2. év
Saját 1D határrétegmodell kifejlesztése és érzékenységi vizsgálata.

3. év
Az 1D határrétegmodell beágyazása a 3D WRF modellbe.

3. A modell bemutatása

A *Reynolds* - féle középértékek bevezetése után a következő Egyenletrendszerrel dolgozunk:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = f\left(v - v_g\right) - \frac{\partial\left[u'w'\right]}{\partial z}$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} = -f\left(u - u_g\right) - \frac{\partial\left[v'w'\right]}{\partial z}$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = -\frac{\partial\left[w'\theta'\right]}{\partial z}$$

$$\frac{\partial c}{\partial t} = -\frac{\partial\left[w'c'\right]}{\partial c}$$

3.1. Az első rendű lezárás alkalmazása

$$\left[w'\varphi'\right] = -K\frac{\partial\varphi}{\partial z}$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} = f\left(v - v_g\right) + \frac{\partial}{\partial z}K_m\frac{\partial u}{\partial z}$$

$$u = u_g\left(1 - \mathrm{e}^{-\frac{z}{d}}\cos\frac{z}{d}\right)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} = -f\left(u - u_g\right) + \frac{\partial}{\partial z}K_m\frac{\partial v}{\partial z}$$

$$v = u_g\mathrm{e}^{-\frac{z}{d}}\sin\frac{z}{d}$$

$$\frac{\partial\theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z}K_h\frac{\partial\theta}{\partial z}$$

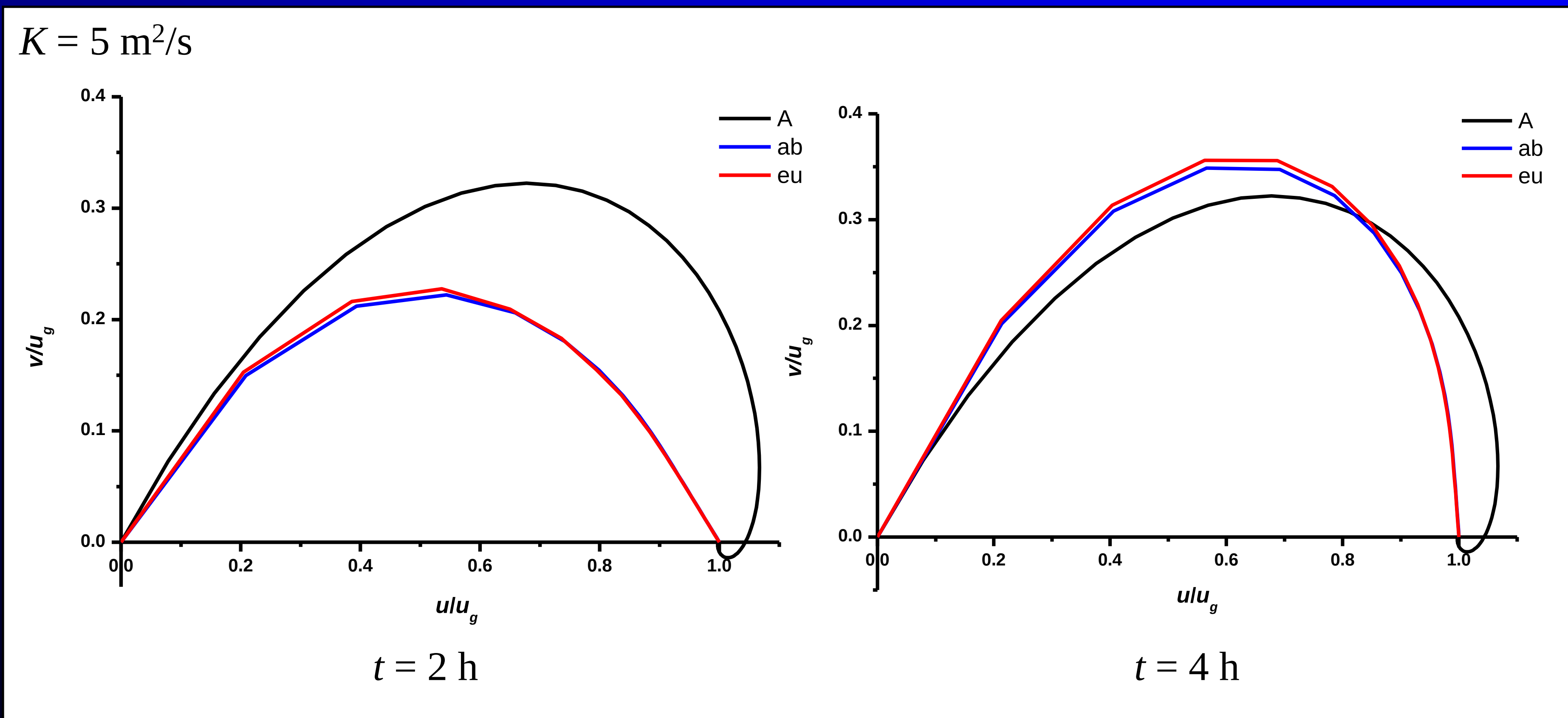
$$\frac{\mathrm{d}a}{\mathrm{d}t} = f(a,t) \qquad a = a(t)$$

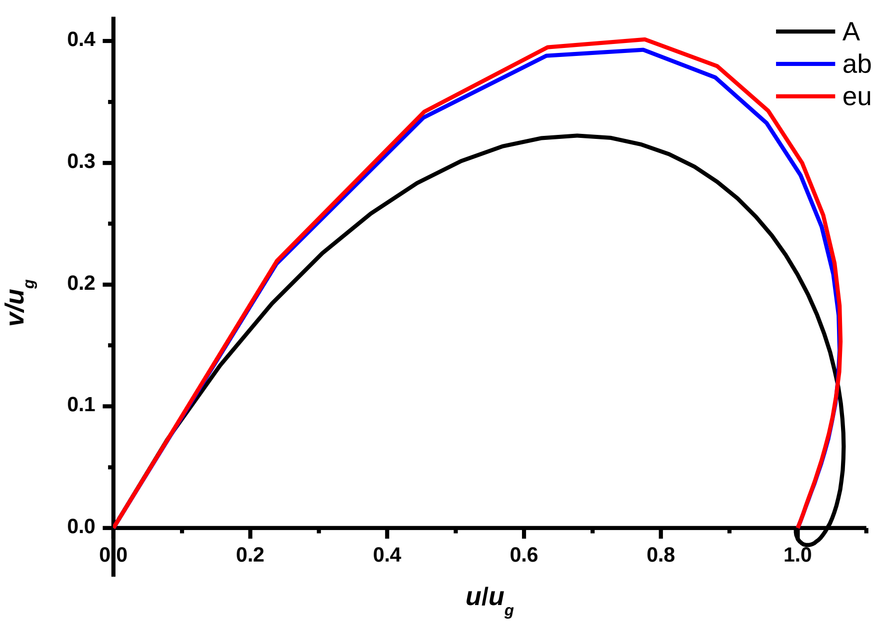
$$a^{(n+1)} = a^{(n)} + f^{(n)}\Delta t$$

Euler módszer

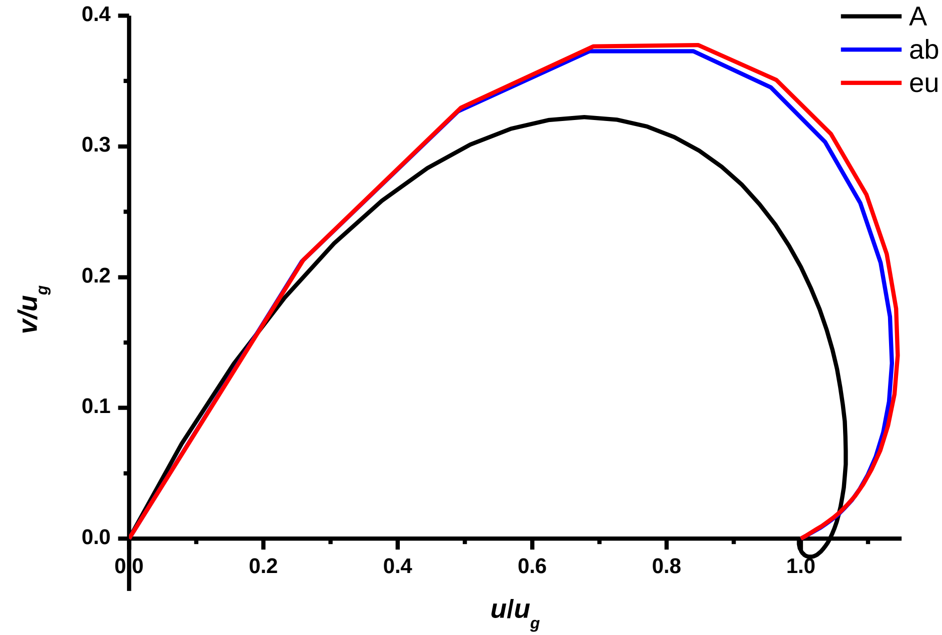
$$a^{(n+1)} = a^{(n)} + \Delta t\left(\frac{3}{2}a^{(n)} - \frac{1}{2}a^{(n-1)}\right)$$

Adams-Bashforth módszer

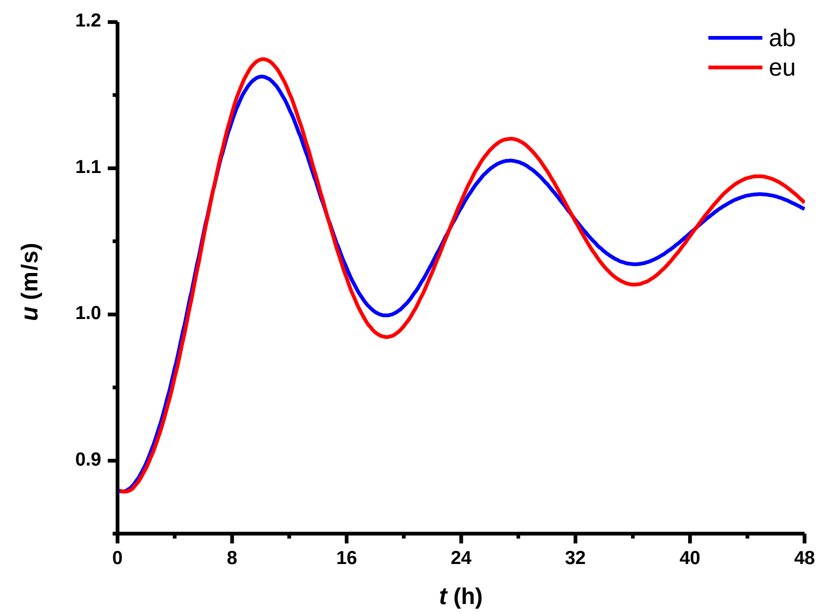



A
ab
eu
v/u_g
u/u_g
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0

t = 6 h

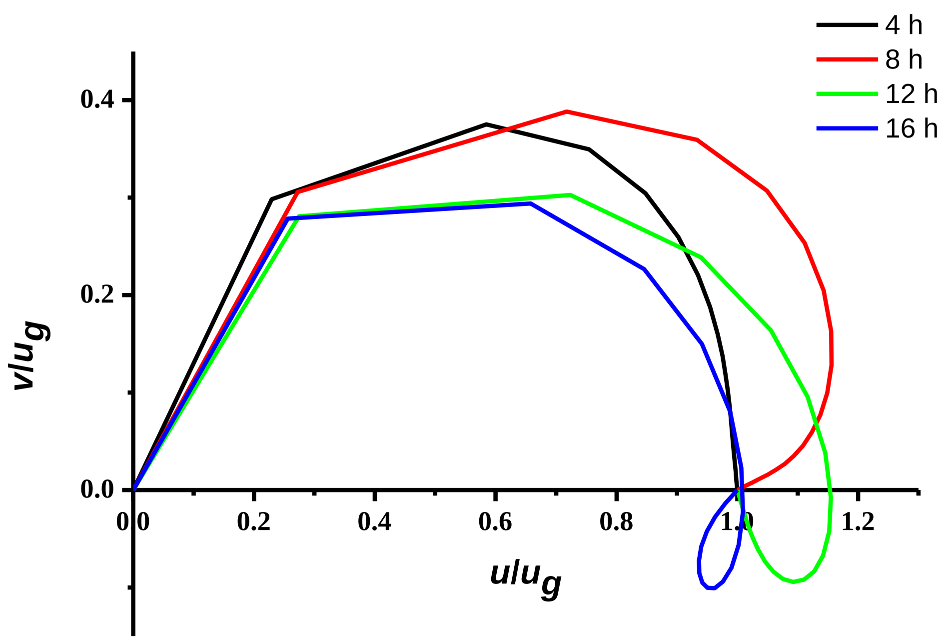

A
ab
eu
v/u_g
u/u_g
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0

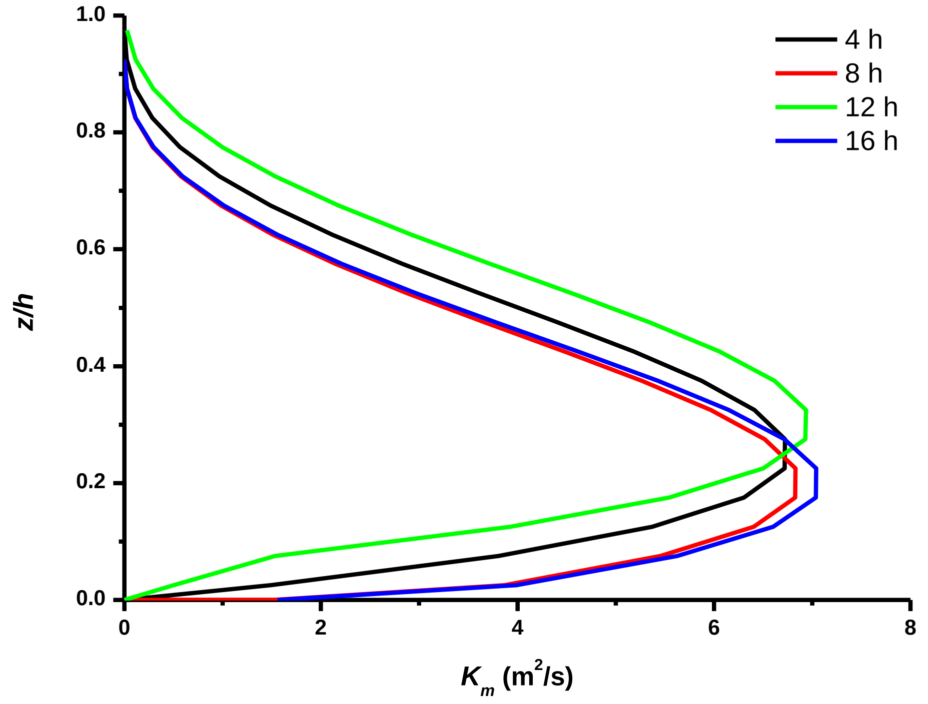
t = 8 h


ab
eu
u (m/s)
t (h)
0.9
1.0
1.1
1.2
0
8
16
24
32
40
48

3.2. A részecske módszer alkalmazása

$$K_m = l^2 \left| \frac{\partial V}{\partial z} \right| \qquad l = \frac{\kappa z}{(1 + \kappa z / \lambda)}$$





3.3. A $1\frac{1}{2}$ rendű lezárás alkalmazása

$$\frac{\partial u}{\partial t} = f\left(v - v_g\right) - \frac{\partial\left[u'w'\right]}{\partial z}$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} = -f\left(u - u_g\right) - \frac{\partial\left[v'w'\right]}{\partial z}$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = -\frac{\partial\left[w'\theta'\right]}{\partial z}$$

$$\frac{\partial e}{\partial t} = -[u'w']\frac{\partial u}{\partial z} - [v'w']\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{g}{\theta_0}[w'\theta'] - \frac{\partial}{\partial z}\left([w'e'] + \frac{[w'p']}{\rho_0}\right) - \varepsilon$$

$$[w'\theta'] = -K_\theta \frac{\partial \theta}{\partial z}$$

$$K_\theta = C_\theta l \sqrt{e}$$

$$[w'e'] + \frac{[w'e']}{\rho_0} = -K_e \frac{\partial e}{\partial z}$$

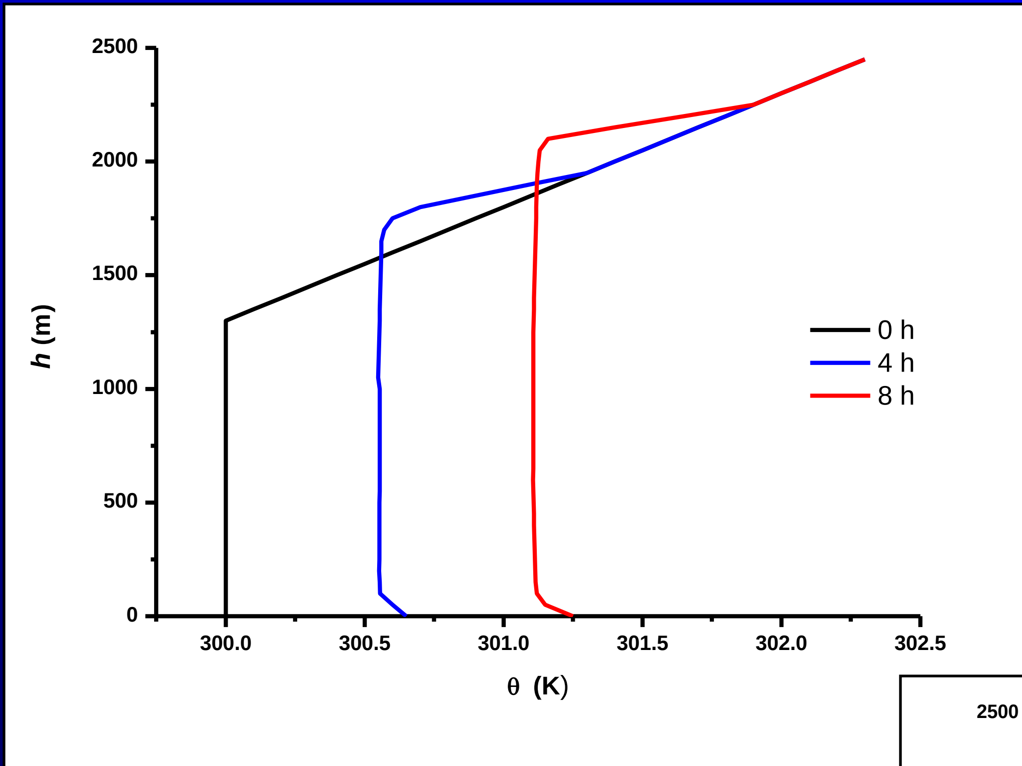
$$K_e = C_e l \sqrt{e}$$

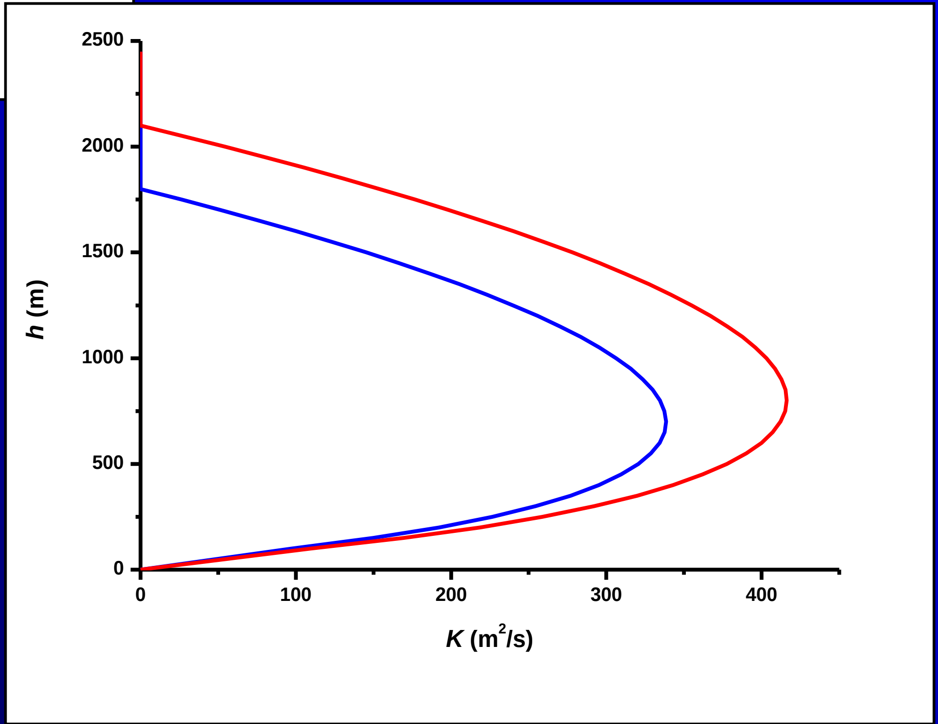
$$\varepsilon = C_\varepsilon \frac{e^{3/2}}{l_\varepsilon}$$

$$C_e = C_\theta = 0,5$$

$$C_\varepsilon = 0,16$$

$$l_\varepsilon = \frac{l}{2,5}$$


2500
2000
1500
1000
500
0
h (m)
300.0
300.5
301.0
301.5
302.0
302.5
θ (K)
0 h
4 h
8 h


2500
2000
1500
1000
500
0
h (m)
0
100
200
300
400
K (m²/s)

4. Publikációs lista

- Bordás, Á., 2008: One-column vertical turbulent mixing model for the atmospheric convective layer, *Phys. Scr.* **T132**, 014032.

- Bordás, Á., and Weidinger, T., 2009: Comparison of vertical mixing profiles using combined local and nonlocal schemes, *14th International Conference on Fluid Flow Technologies*, Budapest

- Mihailović, D.T., Bordás, Á., and Alapaty, K., 2010: An overview of nonlocal vertical mixing schemes for applications in air quality and environemntal models. In Mihailović, D., and Lalić, B., (editors), *Advances in environmental modeling and measurements* (Hauppauge, NY: Nova Publishers) 121-132.