

Az intermittens megújuló energiaforrások fizika korlátai

avagy

Biztos, hogy „a szél valahol mindig fúj?”

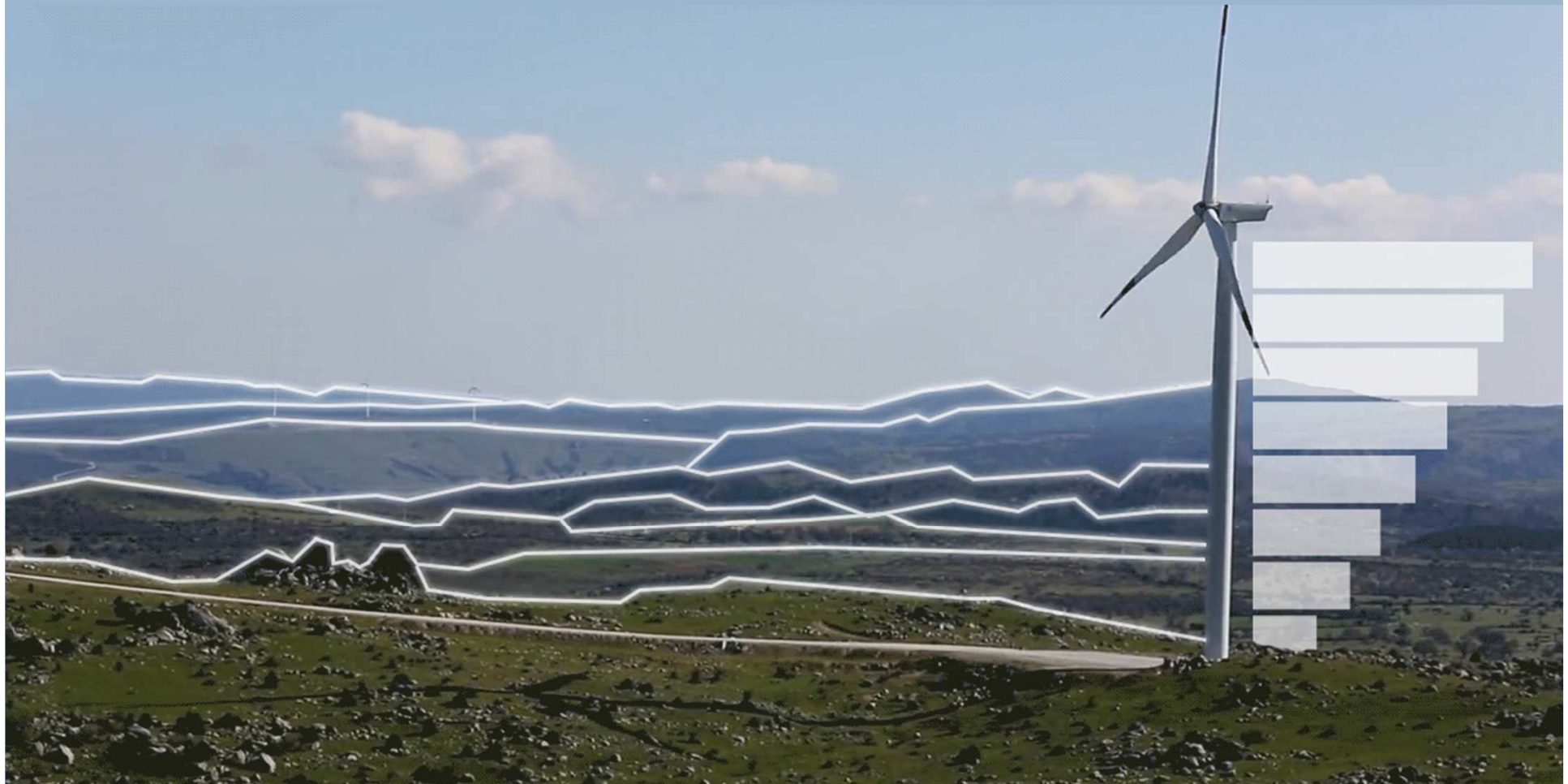
Jánosi Imre

ELTE TTK, Komplex Rendszerek Fizikája Tanszék

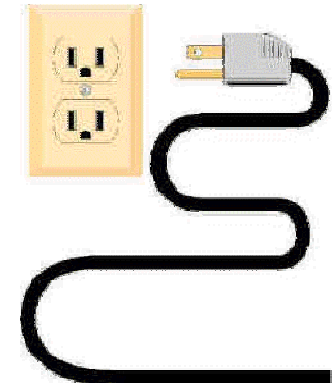
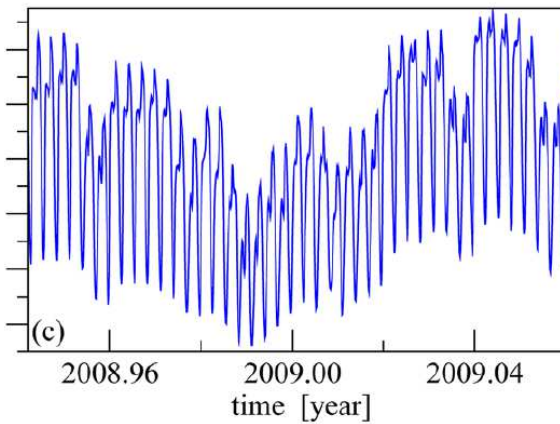
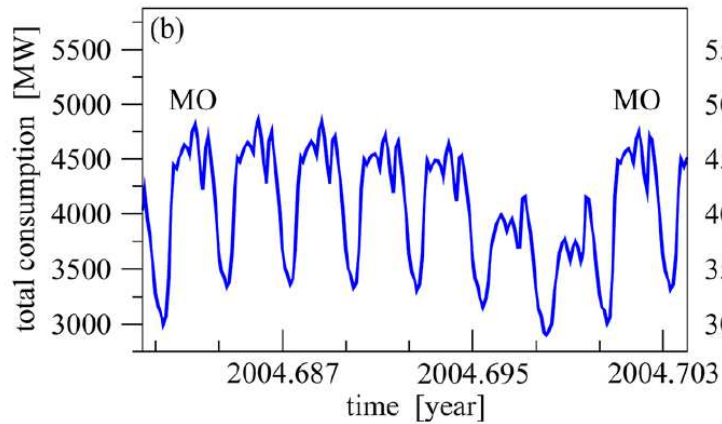
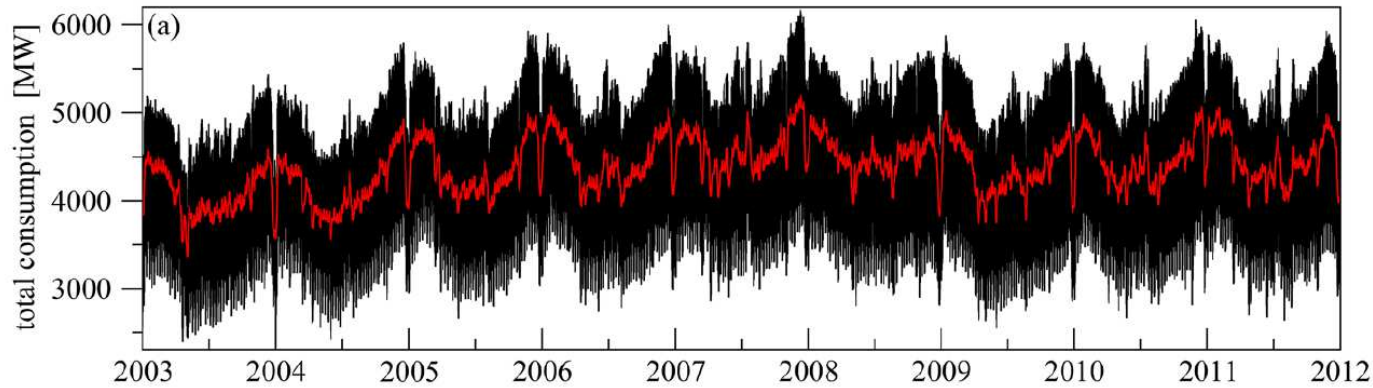
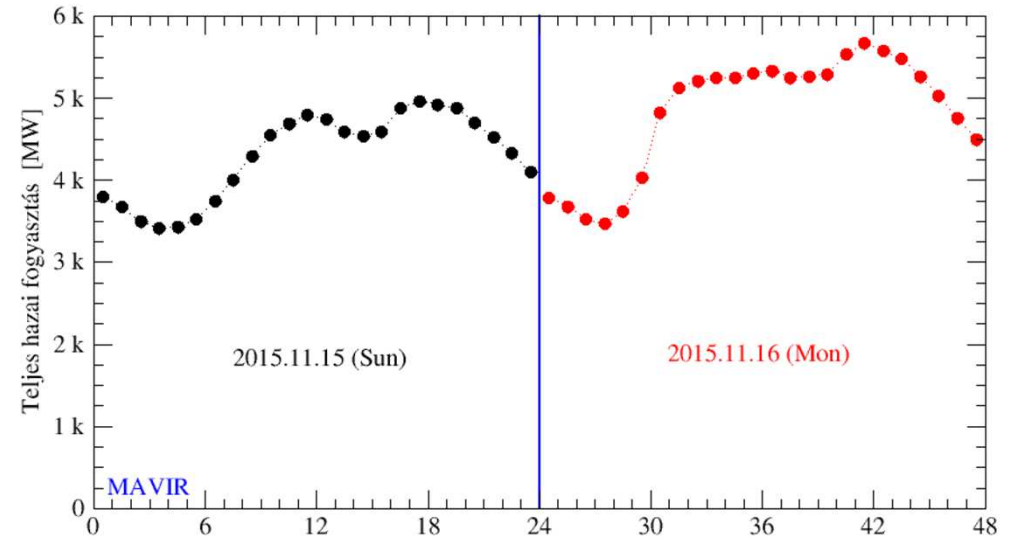
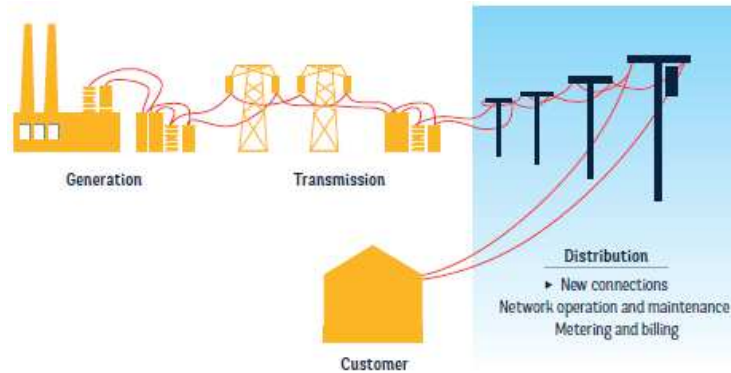
<http://lecco.elte.hu>



1. Szélerenergia integrálása ideális modell hálózatban, egész Európa fölött
2. Integrált nap-szél elektromos rendszer Magyarországon: milyen az ellátás minősége?



Jelenlegi civilizációnk: pillanatnyi igényt követő energia ellátás

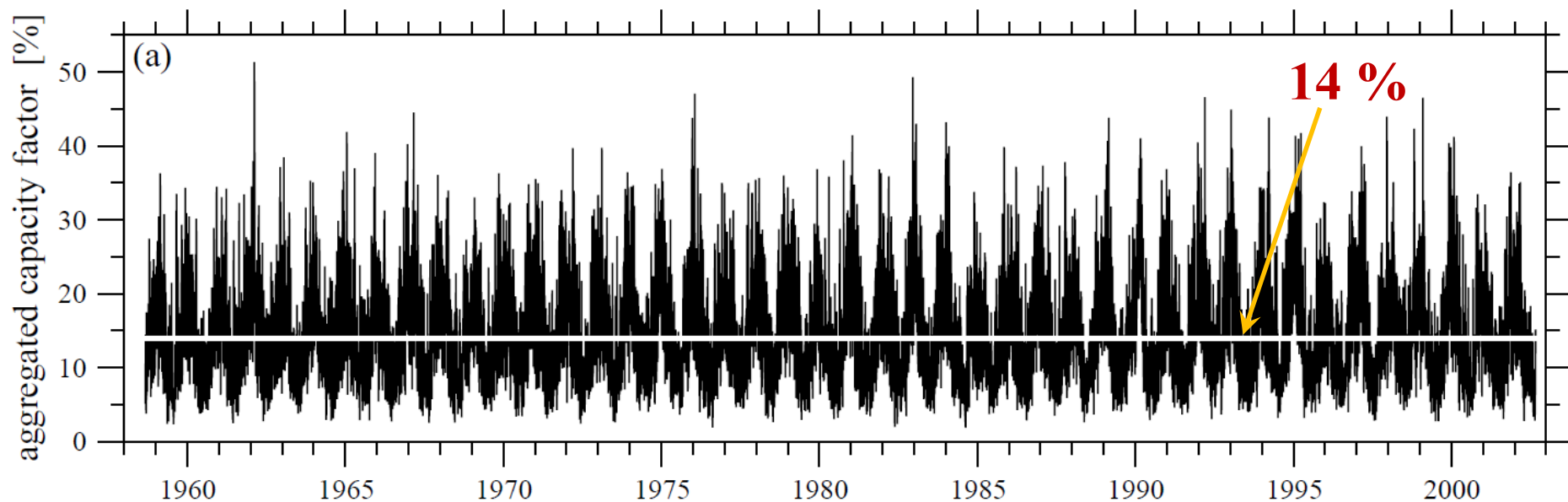


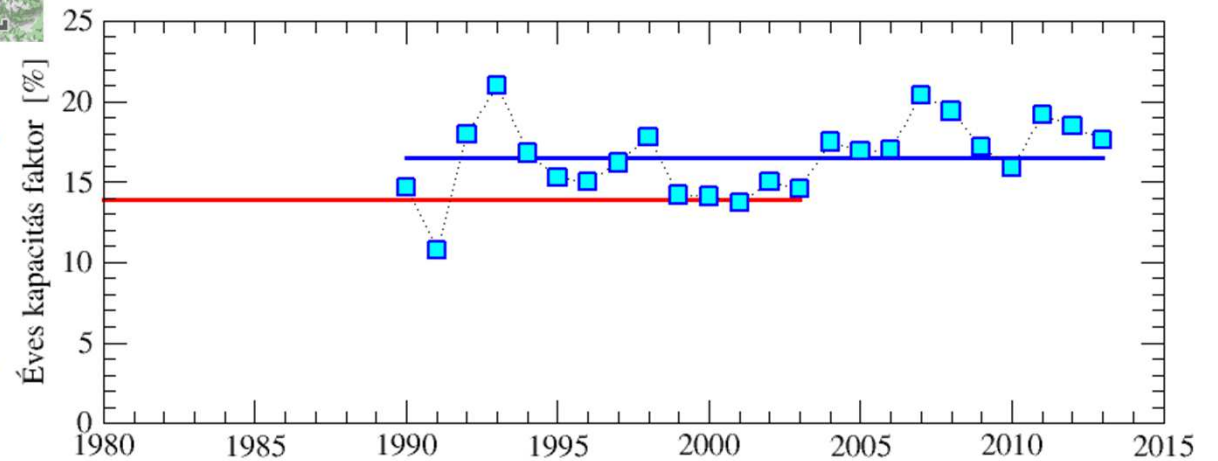
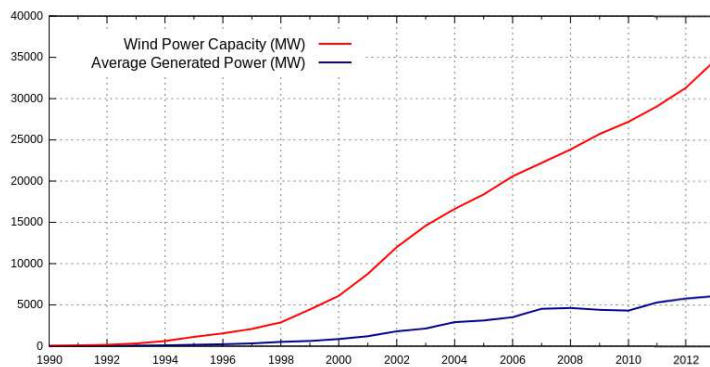
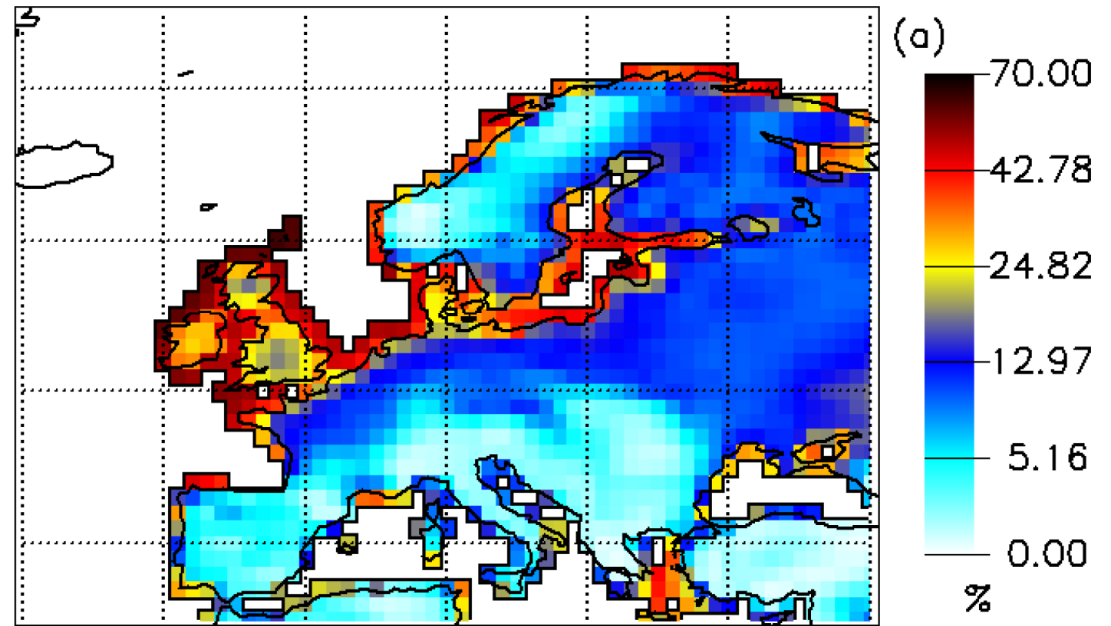
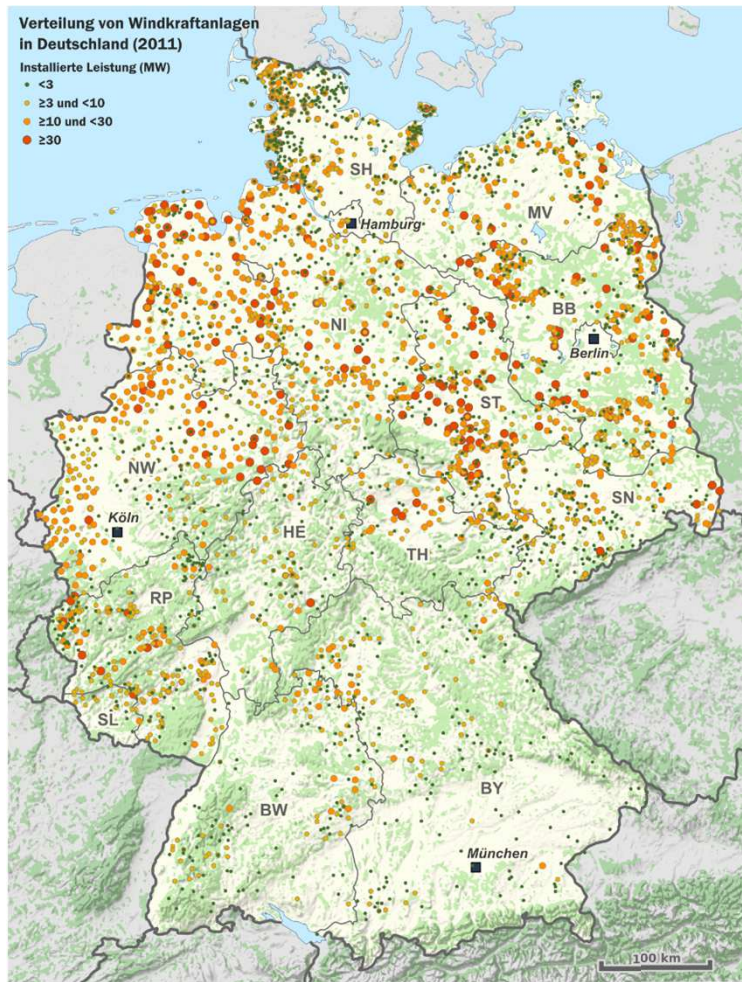
Limitations of wind power availability over Europe: a conceptual study

P. Kiss¹ and I. M. János^{1,2}

¹Department of Physics of Complex Systems, Roland Eötvös University, Pázmány Péter sétány 1, 1117 Budapest, Hungary

²Institute for Mathematics and its Applications, University of Minnesota, 207 Church Street SE, Minneapolis, MN 55 455, USA



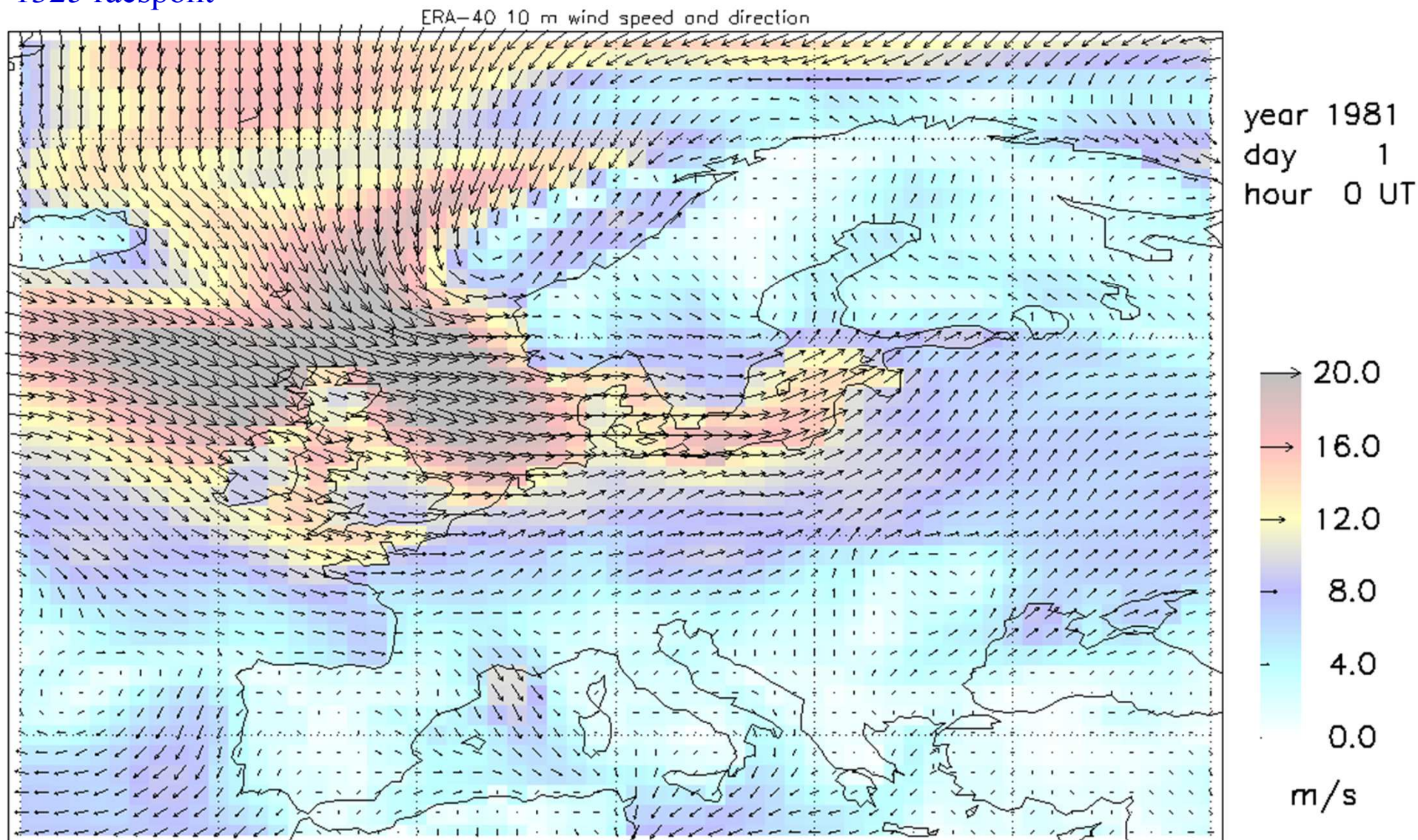


Kiindulás

ERA-40 szélmező adatok: 44 év (01/10/1958 – 31/08/2002)

ERA-Interim: 19 év (01/01/1989 – 31/12/2007)

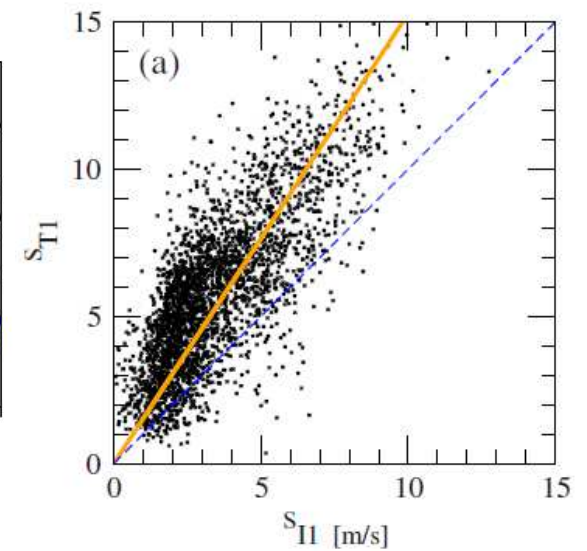
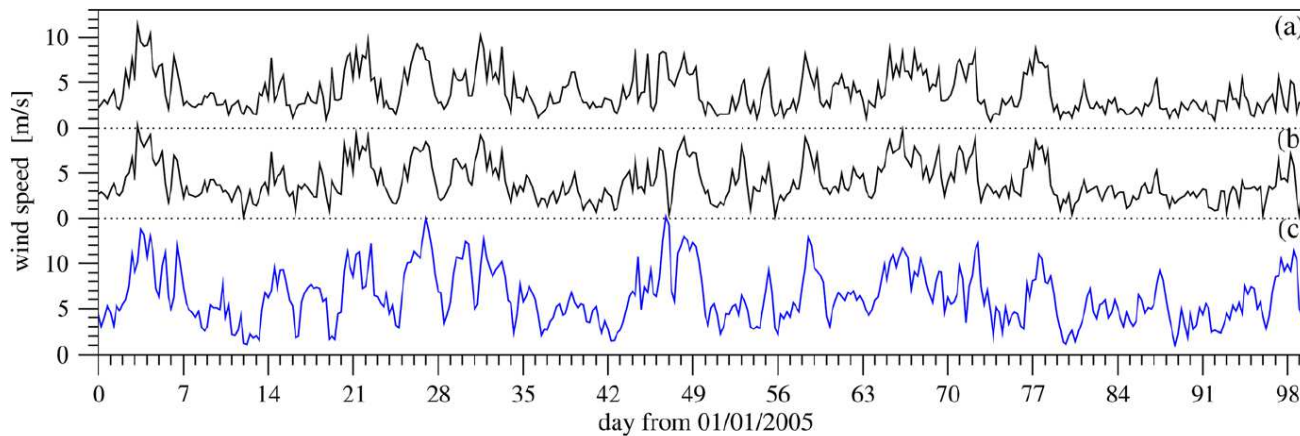
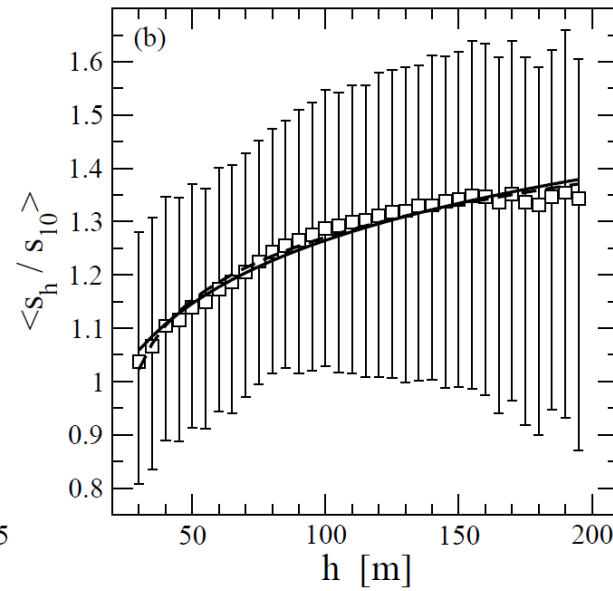
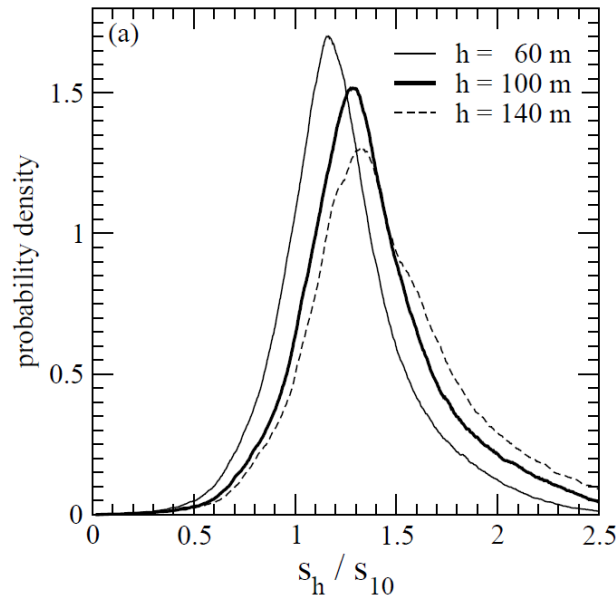
1325 rácspont



Transzformáció (1)

ERA-40 szélesség adatok magasság szerinti statisztikája (1000 hPa szint)

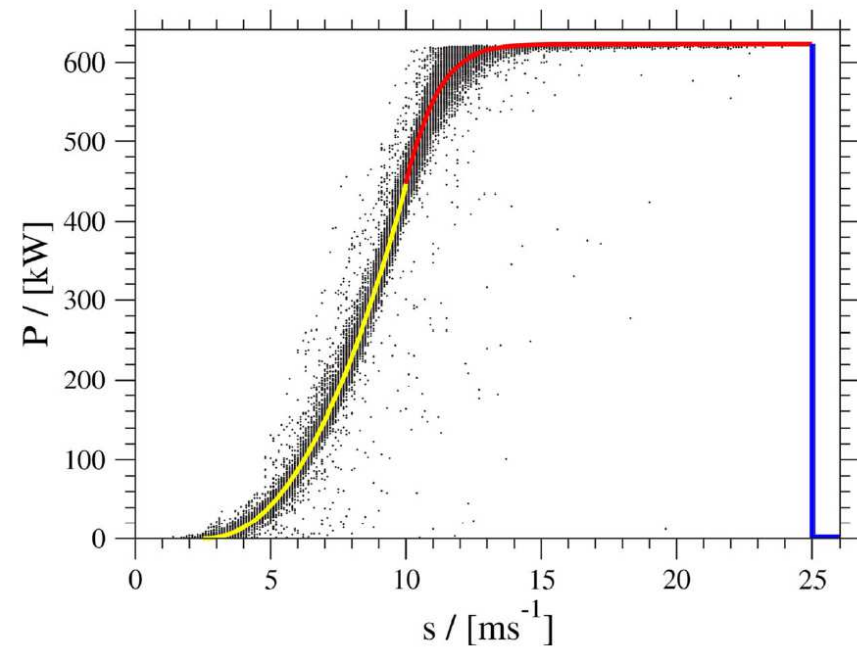
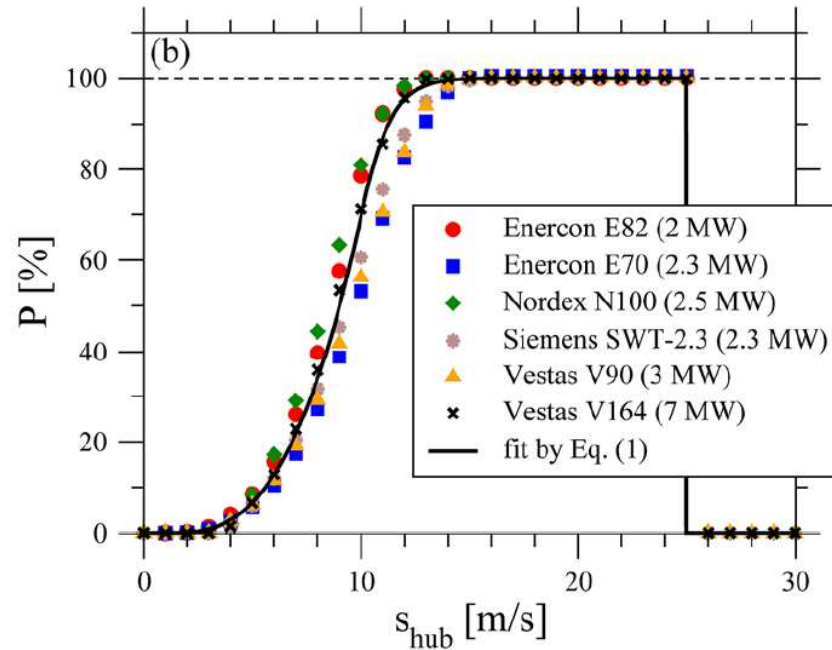
ERA-Interim szélesség adatok összehasonlítása turbinák gondola méréseivel



Transzformáció (2)

ERA-40 szélesség adatok magasság szerinti statisztikája (1000 hPa szint)

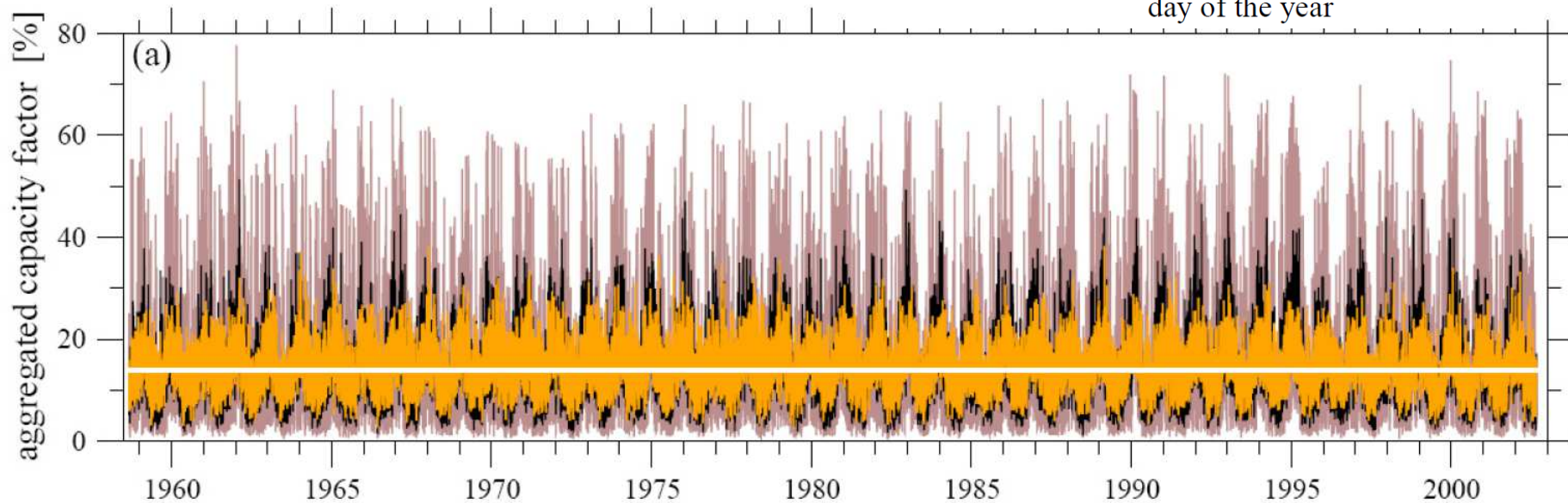
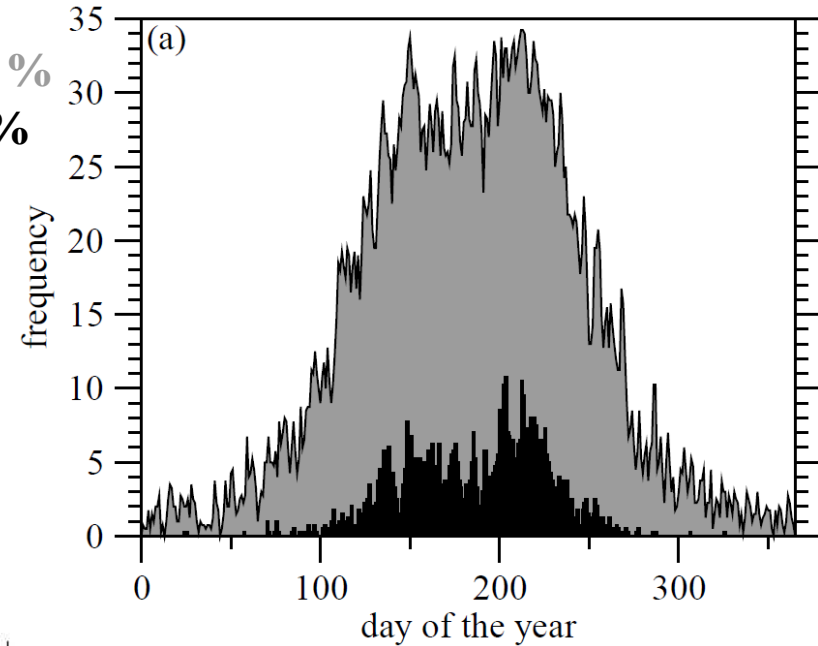
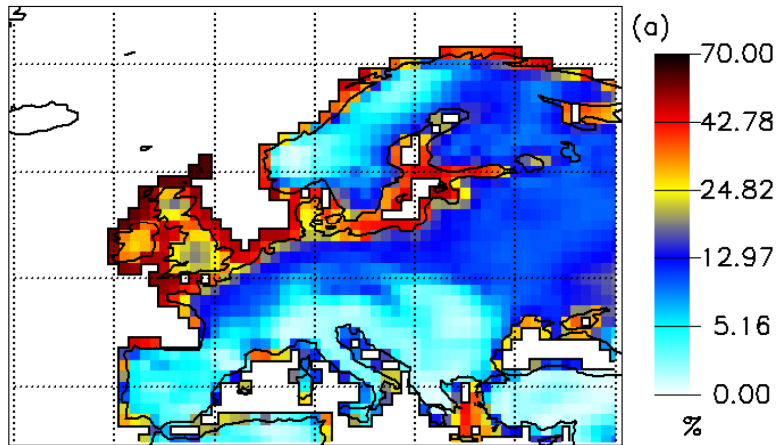
ERA-Interim szélesség adatok összehasonlítása turbinák gondola méréseivel



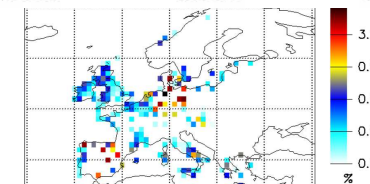
$$\begin{aligned}
 P(s) &= a_0(s - s_{ci})^\beta & \text{if } s_{ci} \leq s \leq s_x \\
 P(s) &= \frac{a_1}{1 + \exp[-(s - b)^c]} & \text{if } s_x < s \leq s_{co} \\
 P(s) &= 0 & \text{if } s < s_{ci} \quad \text{or} \quad s > s_{co}
 \end{aligned}$$

Eredmények (1)

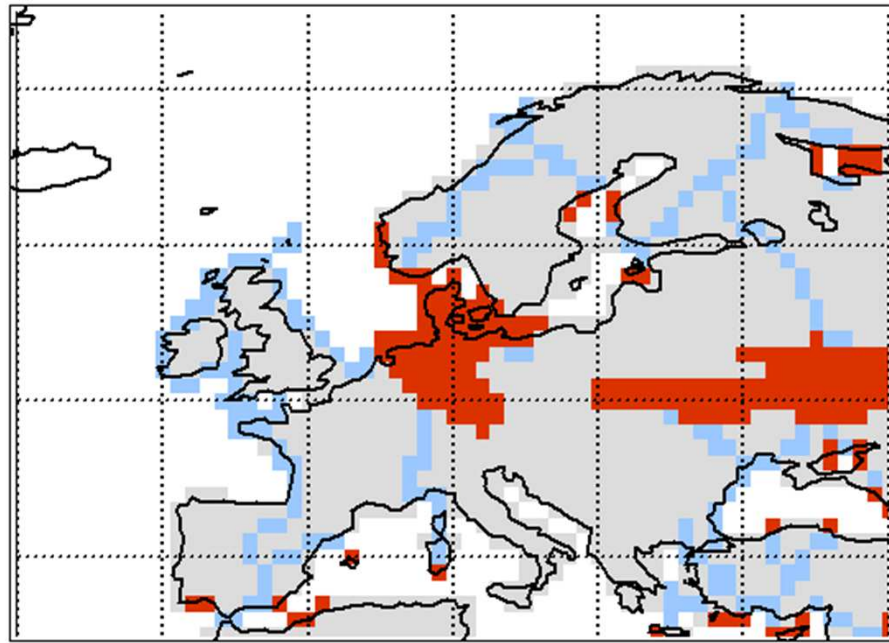
**Integrált kimenet < 10 %
< 5%**



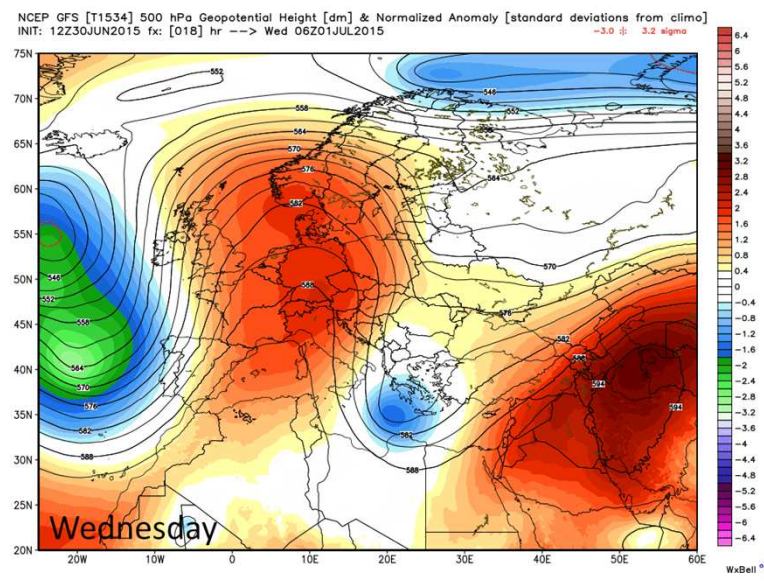
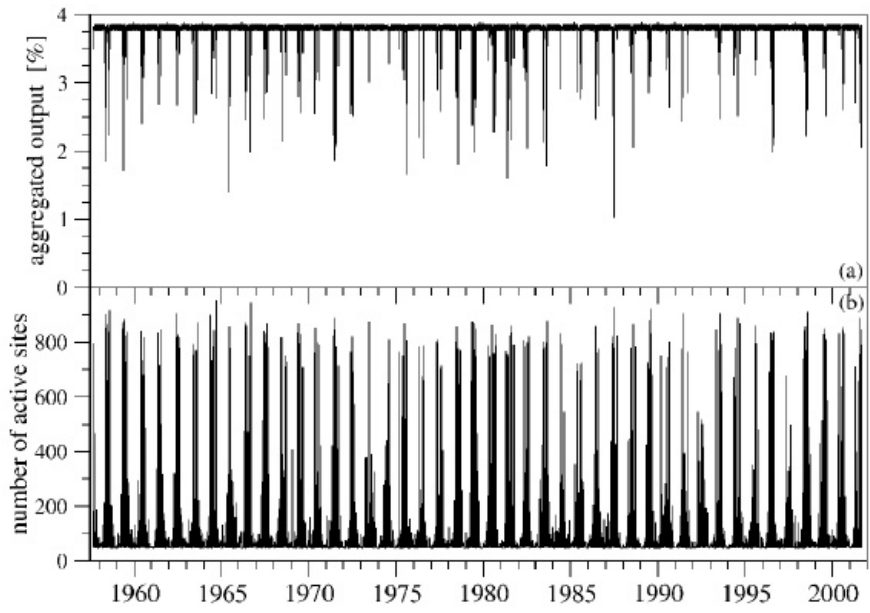
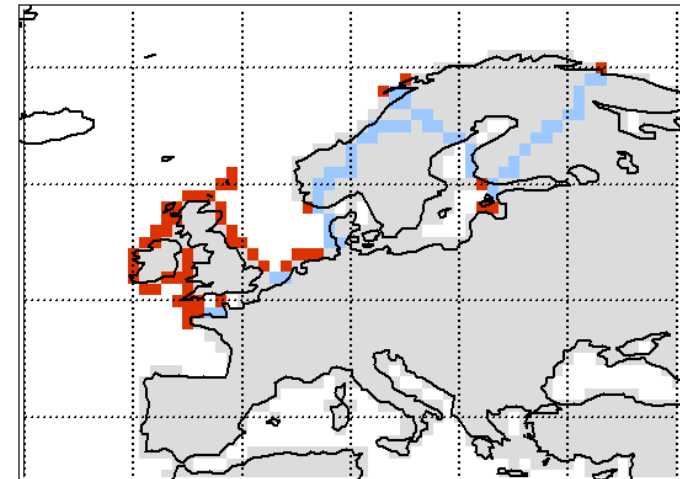
teljes földrészt lefedő statikus hálózat
statikus modell hálózat a telepített kapacitások alapján (2007)
dinamikusan optimalizált hálózat



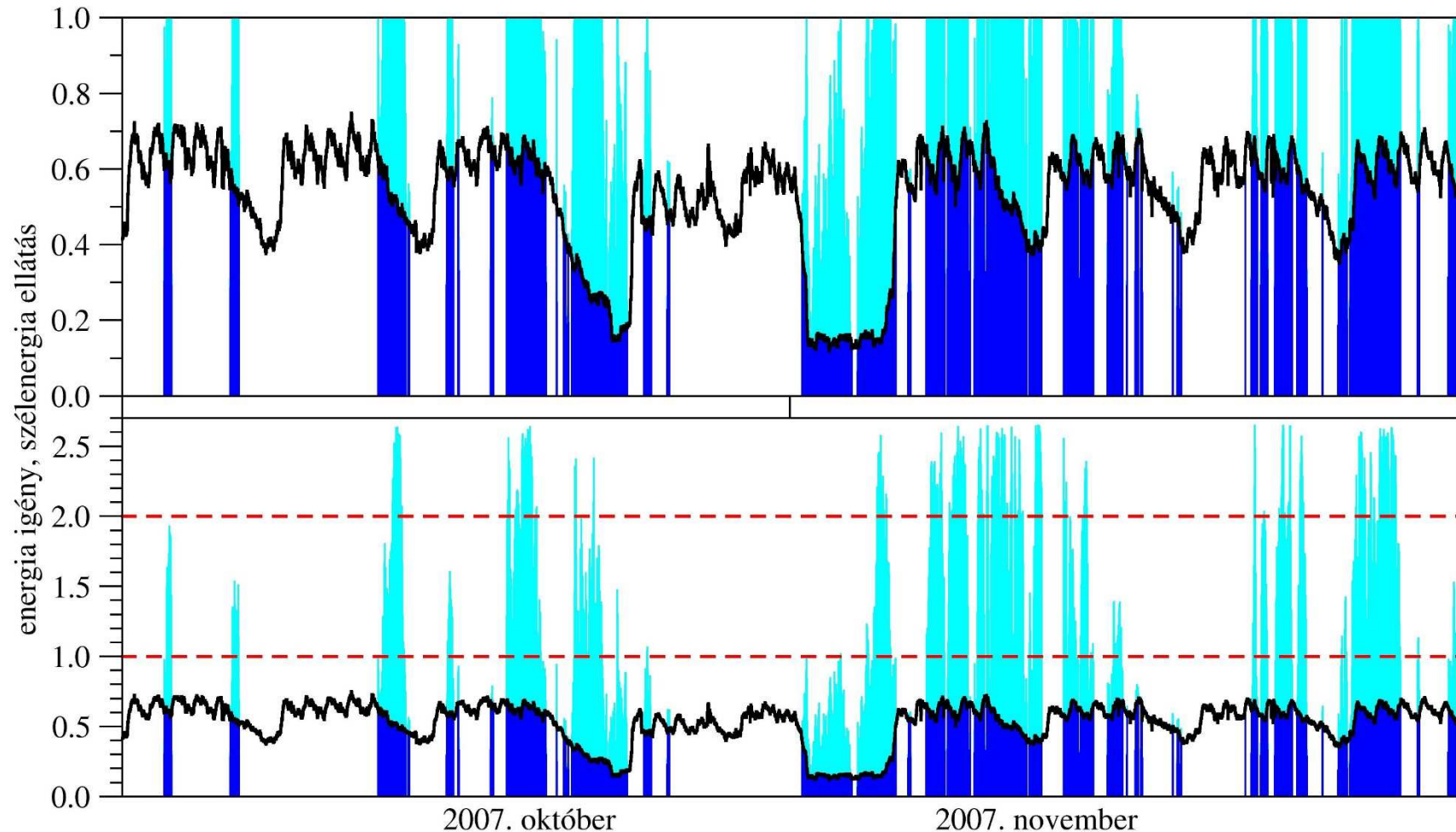
Eredmények (2)



year 1958
day 244
hour 0



Eredmények (3)



Átlagos kapacitásfaktor: 20-24 %

Telepítési sűrűség („best practice”): 10-12 MW/km² (névleges teljesítmény!!)

(Paks: 2000 MW/km² , kapacitásfaktor: ~ 90 %)

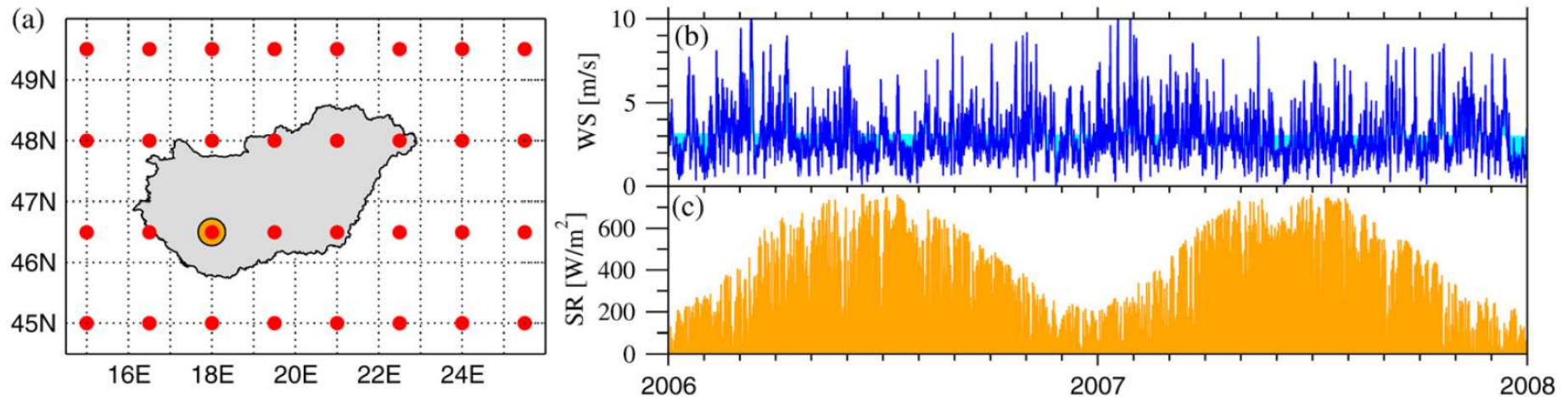
Szükséges terület: ~ 3200 km² (Vas megye)

Szükséges beruházás: ~ EUR 48×10⁹ (~ 1/2 magyar GDP)

Model study of combined wind and solar electricity production in Hungary

Imre M. Jánosi^{a)}

*Department of Physics of Complex Systems, Eötvös Loránd University, Pázmány P. s. 1/A,
H-1117 Budapest, Hungary*



ERA-Interim: szélmező és besugárzás 19 év (01/01/1989 – 31/12/2007)

MAVIR: országos fogyasztás, 1 h felbontás 9 év (01/01/2003 – 31/12/2012)

Eredmények

$$P_{tot}(t) = cfP_S(t) + (1 - c)fP_w(t)$$

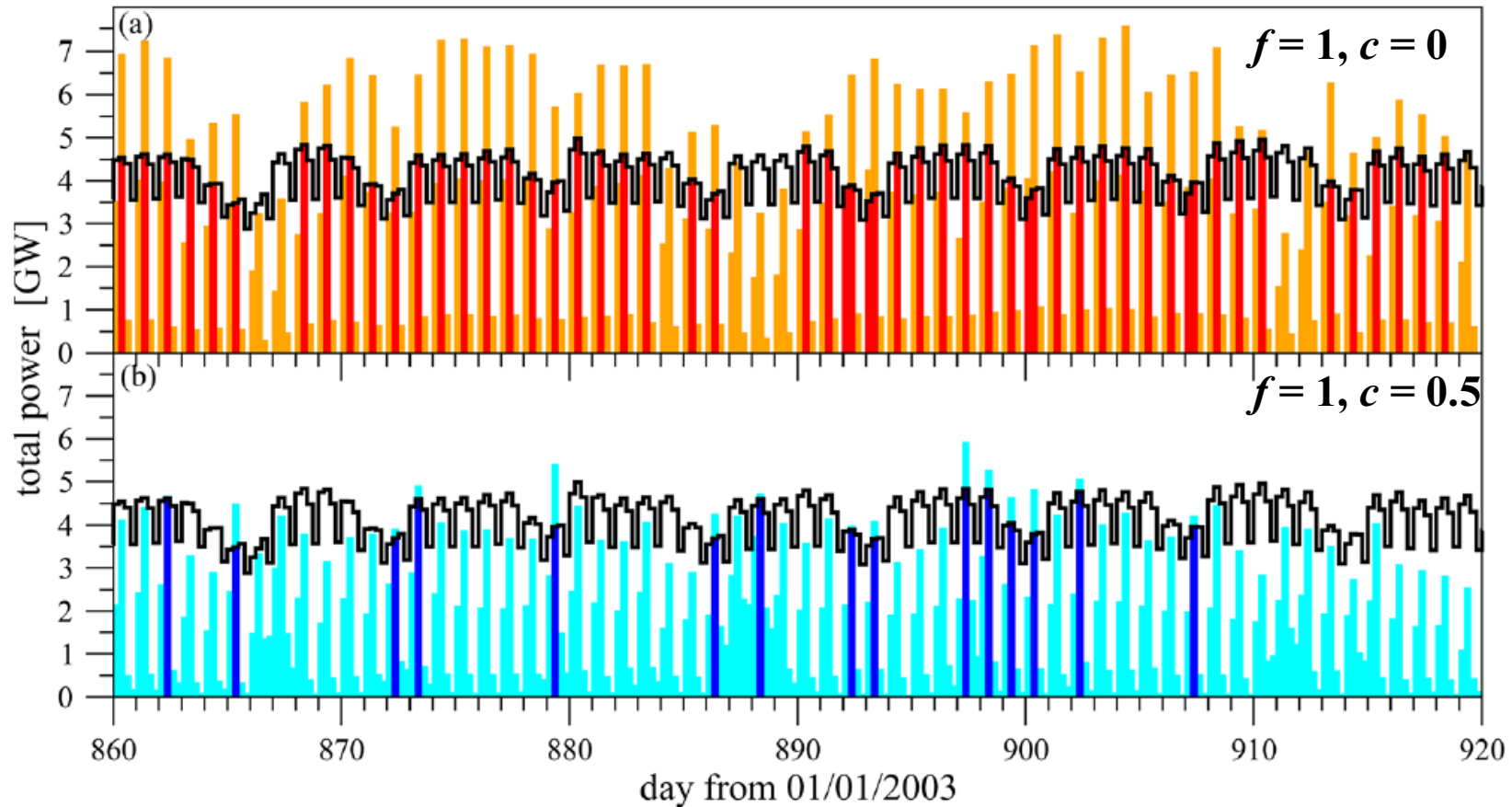
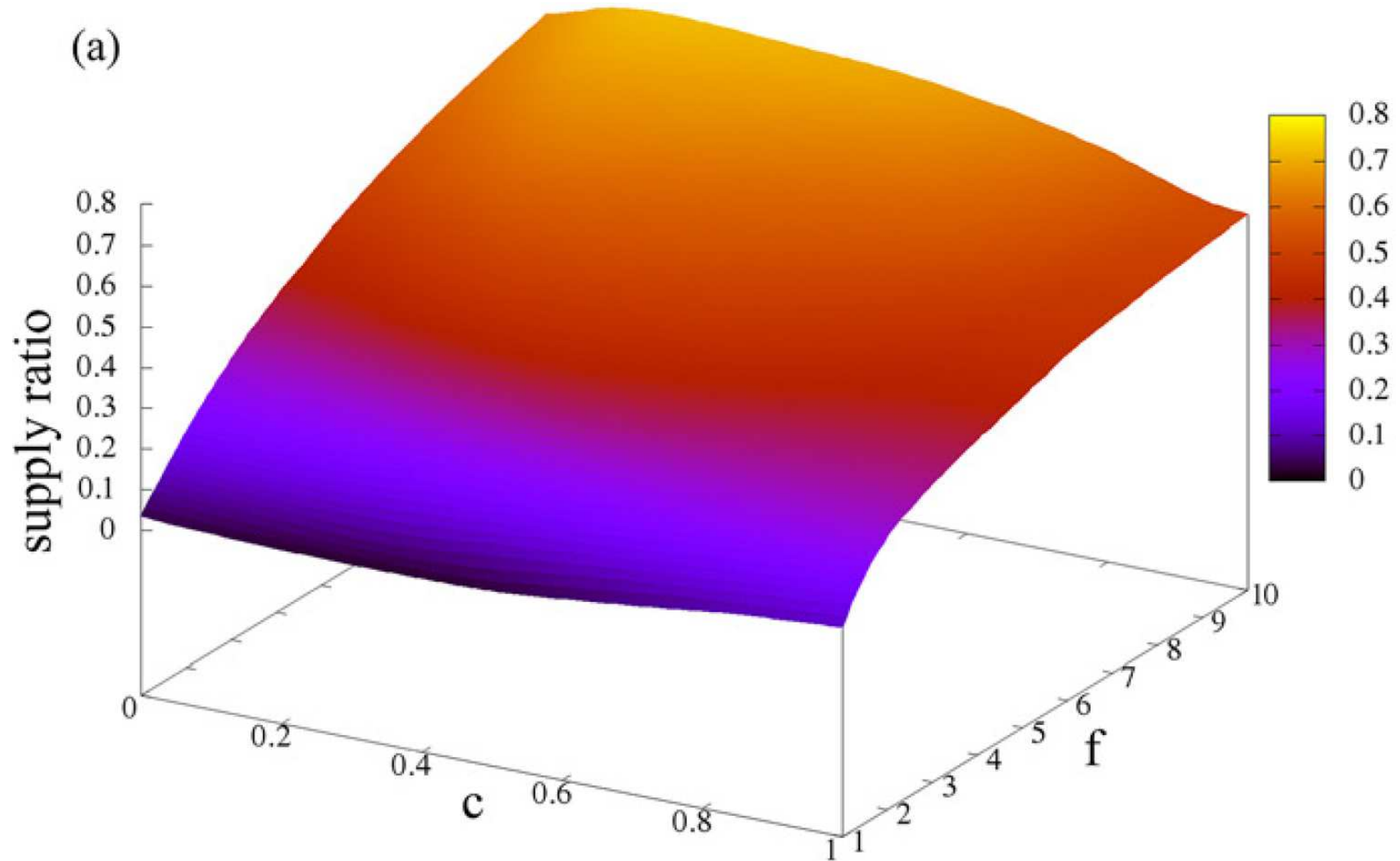


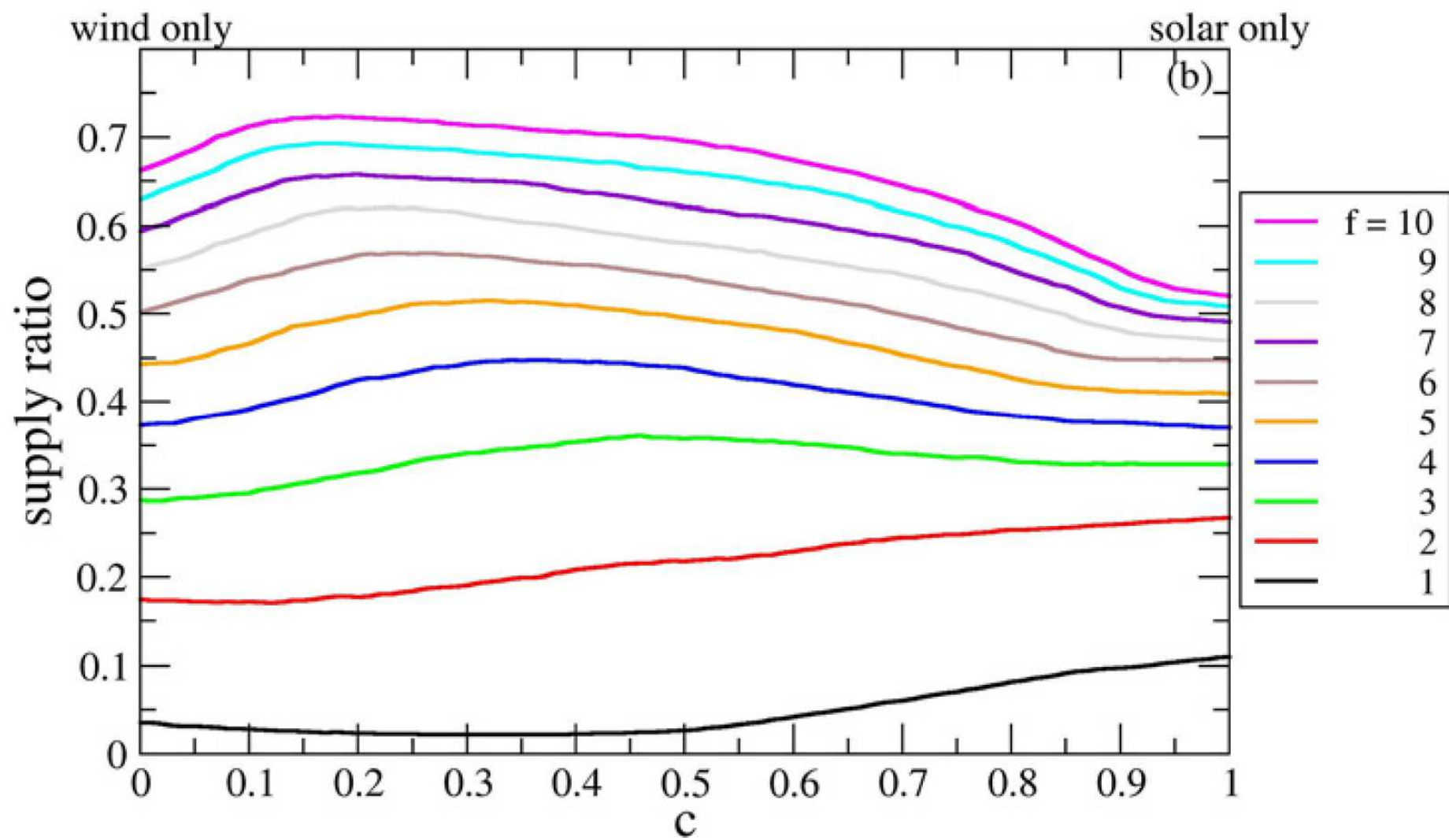
FIG. 5. Total consumed electric power (6 h mean values) in Hungary (black line). (a) Total output of 8 GW installed photovoltaic capacity (orange), red bars denote when the supply is sufficient. (b) Total output of 4 GW photovoltaic and 4 GW wind electricity capacities (cyan), blue bars denote when the supply is sufficient.

Eredmények

„supply ratio”: elektromos energiával ellátott órák számának aránya



Eredmények



Összegzés

1. Miért nem működnek (gazdaságosan) a jelenleg kidolgozott technológiák?

- alacsony energiasűrűség
- ingadozó hozzáférhetőség
- hagyományos tartalék kapacitások igénye
- „felskálázási” problémák

2. Lehetséges megoldás?

- olcsó, nagy kapacitású tárolás kidolgozása
- egészen új technológiák keresése
- civilizációs váltás

