

A MEGÚJULÓ ENERGIAPOTENCIÁL EGER TÉRSÉGÉBEN A KLÍMAVÁLTOZÁS TÜKRÉBEN

**Mika János¹, Wantuchné Dobi Ildikó²,
Nagy Zoltán², Pajtókné Tari Ilona¹**

¹Eszterházy Károly Főiskola,

²Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest

40. Meteorológiai Tudományos Napok
Budapest, 2014. november 20-21

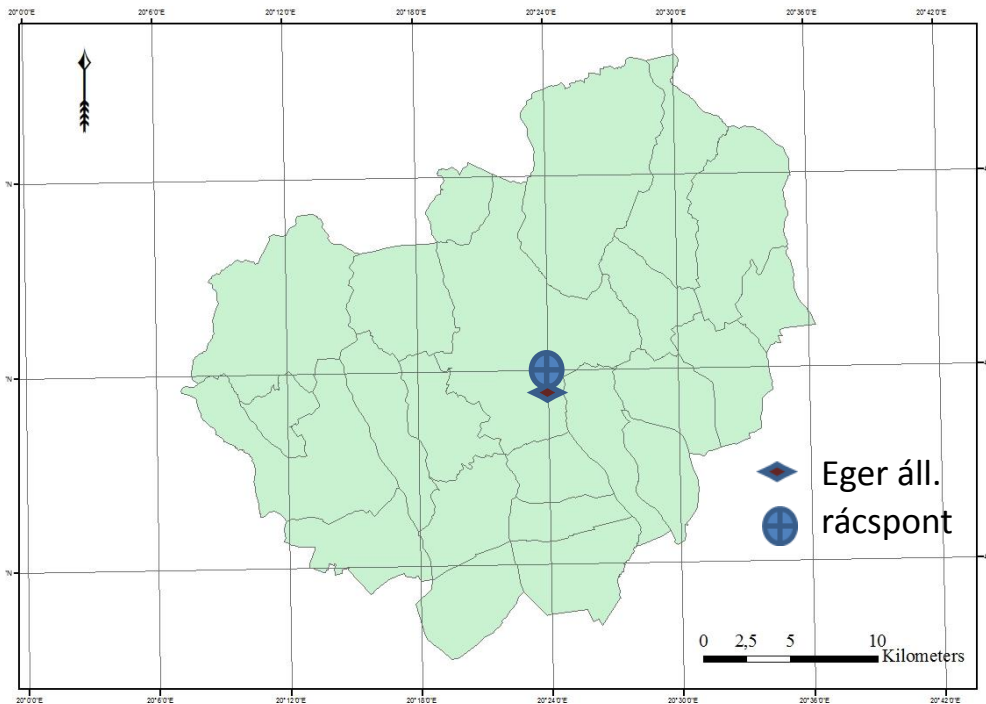
Vázlat

- Térség, projekt, adatok
- A rácsponti adatok verifikálása
- Éves menet (átlagok, szélsőségek)
- A nap- és a szélenergia korrelációja
- Trendek és regressziók a globális klímához
- Konklúzió

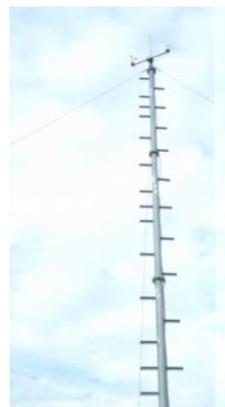
Légköri energiaforrások

1. Adatok (OMSz)

Homogenizált, interpolált adatok
0,1 x 0,1 fokos hálózaton 1961-2010



Pontszerű globálsugárzás- és
szélesség adatok, Egerben



**Szélesség
(1996-2010):**
Vaisala érzékelők,
10 m magasan



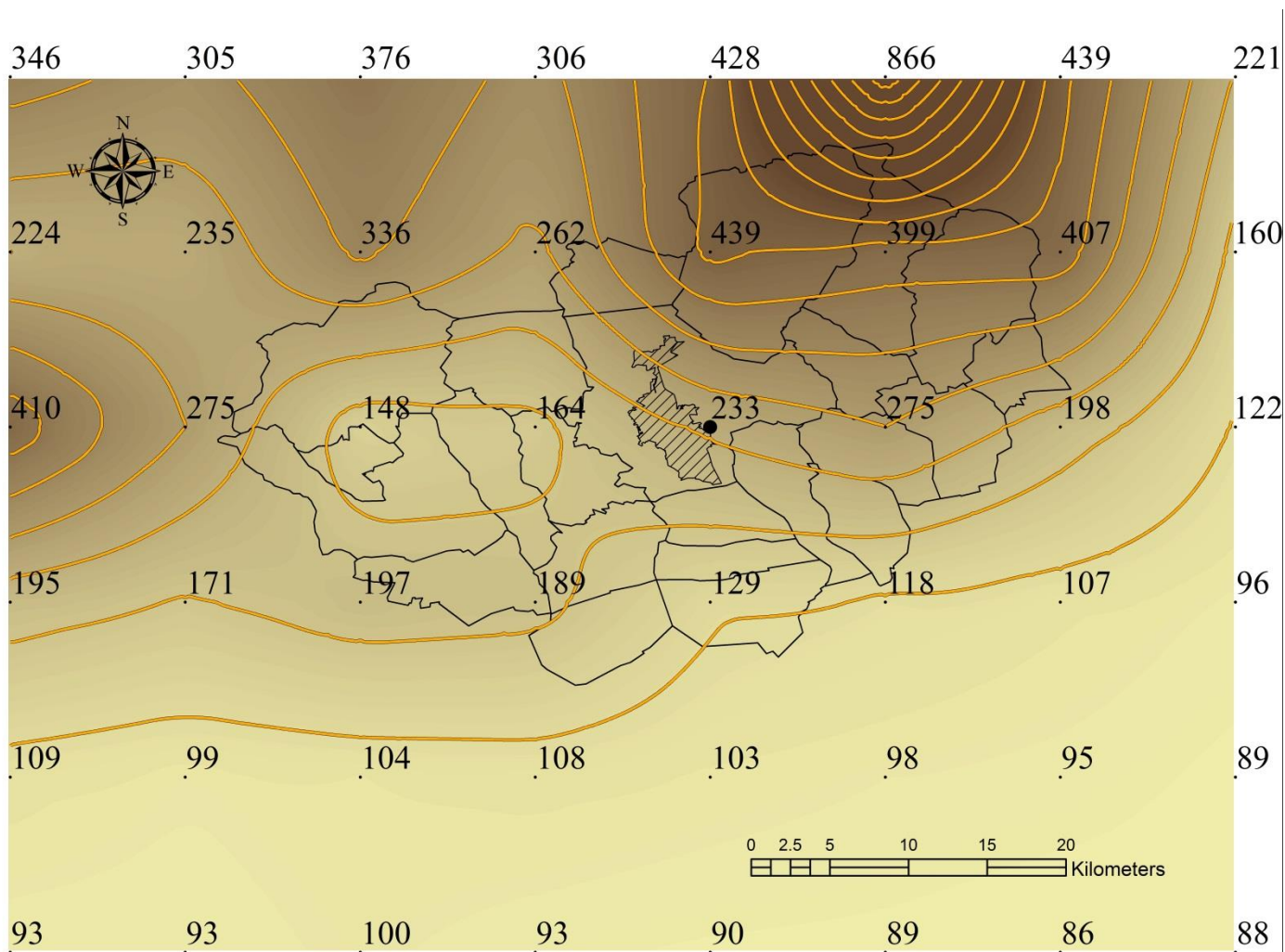
**Globálsugárzás
(2001-2010):**
Kipp&Zonnen
CM11 pyrano-
méter vízszintben

Globálsugárzás: becslés
napfénytartamból

Szélesség:
mérésből szél-köb

Eger (47,9 N, 20, 39 E, 225 m tszf)

CarpatClim adatbázis: domborzat



Domborzat, adatelőkészítés

- Változatos domborzatú terület. Átlagos tengerszint feletti magassága 205 m. A **48 rácspont** magasság-szórása 150 m.
- A legmagasabban fekvő rácspont 866 m, a legalacsonyabb rácspont 86 m. A 100 m alatti rácspontok száma 12 (25 %), ugyanennyi rácspont 300 méternél magasabban van. E sajátosságokat az interpolációs eljárás figyelembe veszi.
- Az állomási adatokat homogenizálták (**MASH**, SZENTIMREY T., 1999). Az alkalmazott interpoláció (**MISH**, SZENTIMREY és BIHARI, 2006) a térbeli korrelációk mellett figyelembe veszi az időbeli kapcsolatokat is.
- Részletek: <http://www.carpatclim-eu.org/docs/mashmish/mashmish.pdf>

Globálsugárzás: napfénytartamból

A globálsugárzást a hosszú sorú állomások kis száma miatt mindenütt az ANGSTRÖM (1924) formulával számolták, amit PRESCOTT (1940) módosított:

$$R_{cc} = \left(0,25 + 0,50 \frac{n}{N} \right) R_a$$

ahol: R_{cc} globálsugárzás [$\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$],

n/N relatív napfénytartam [-],

n aktuális napfénytartam [óra],

N maximálisan lehetséges napfénytartam (nappal hossza) [óra],

R_a légkör külső határára érkező sugárzás [$\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$].

Szélesebesség

- A teljes területre csak nappali 3 szélmérésből homogenizált napi átlagokból interpolálva.
- A domborzat AURELHY módszerrel számolva (Magyarország éghajlati atlasza, 2001)
- E szélesebesség köbe, mint az energiával arányos mennyiség számol (a korrelációs együtthatót a konstans nem befolyásolja, a sűrűség ingása dekádon belül kicsi)

Független verifikáció

Globálsugárzás

MJ/m ² /nap	Rácspont	Mérés
Időszak	1981-2010	2001-2010
Várható érték	12,00	12,06
Medián	10,67	10,61
Szórás	7,59	8,44
Csúcsosság	-1,11	-1,12
Ferdeség	0,40	0,35
Terjedelem	27,37	31,25
Darabszám	10957	3652

A rácsponti és a direkt adatok jól megegyeznek

Szélesség köbe

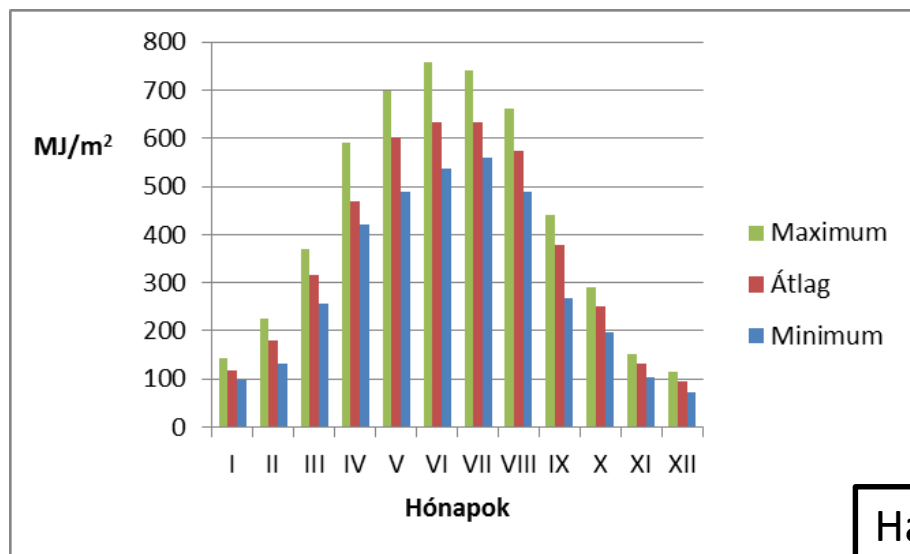
(m/s) ³	F _{cc}	F _{obs}
Időszak	1981-2010	1996-2010
Várható érték	30,07	19,94
Medián	10,65	9,26
Szórás	69,29	34,38
Csúcsosság	108,88	59,28
Ferdeség	8,21	6,12
Terjedelem	1702,2	614,1
Darabszám	10957	5479

A rácsponti és a direkt adatok erősen eltérnek.

Ok: csak nappali mérés a CC

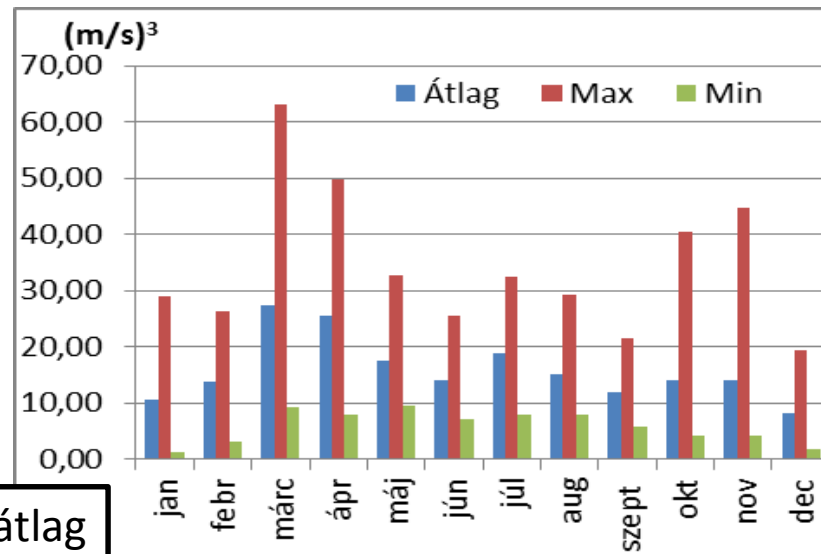
Éves menet (teületi átlagban)

Globálsugárzás

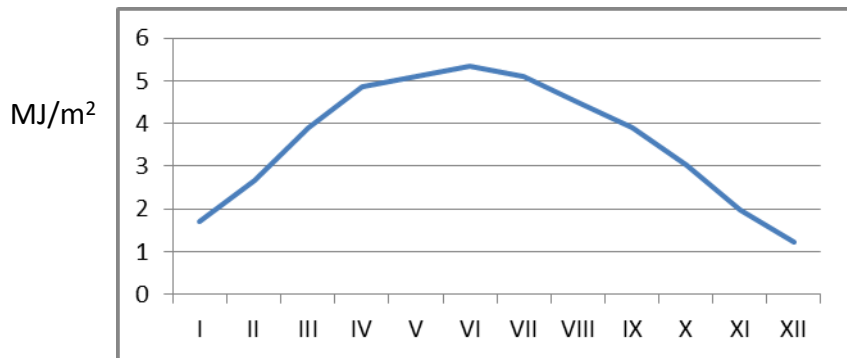


Havi átlag

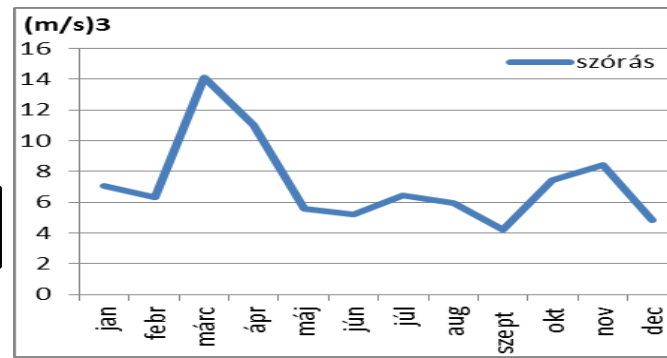
Szélesebesség köbe



(1981-2010)



Havi szórás



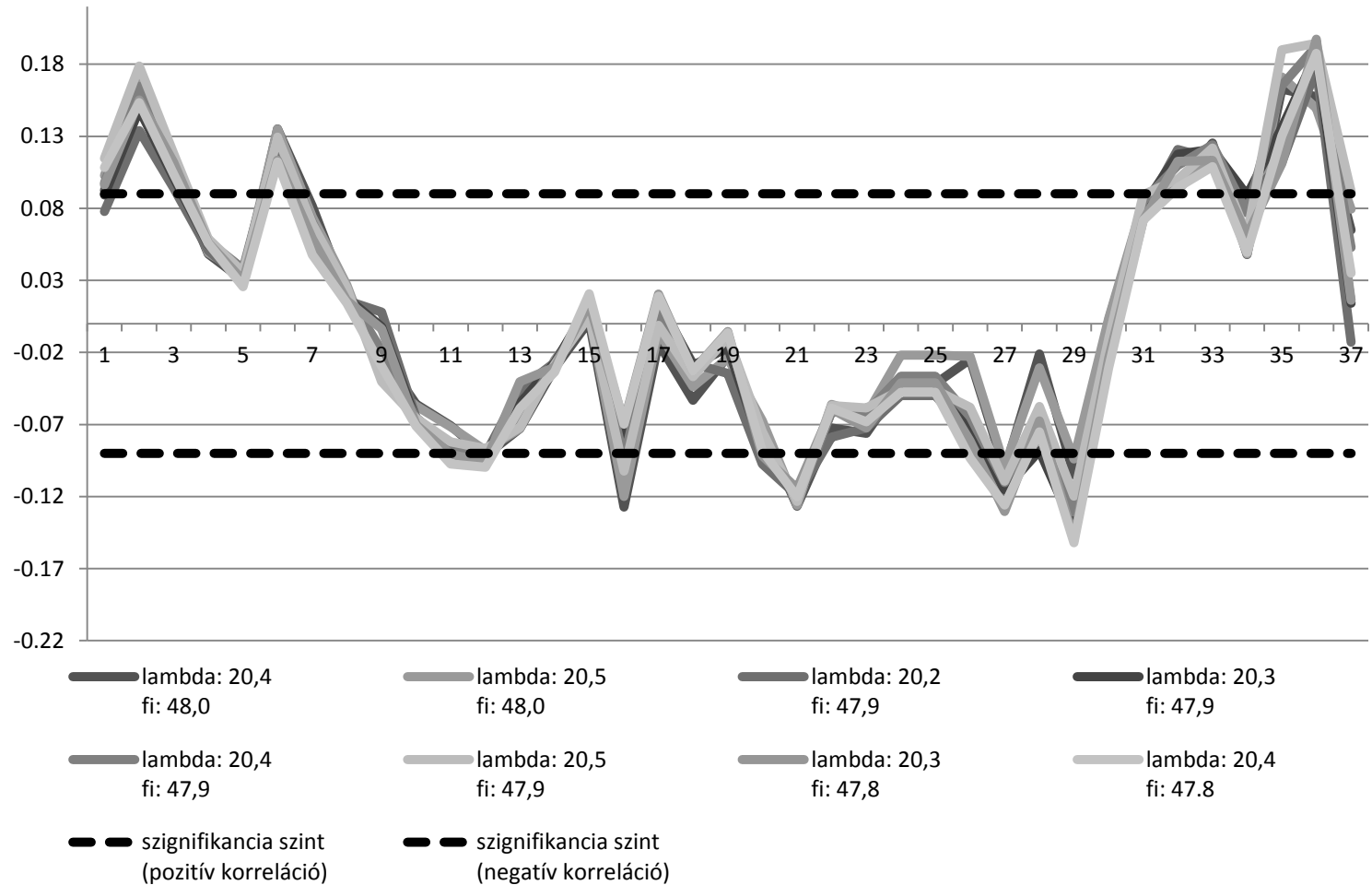
Kapcsolt nap- és szélerőművek? (Negatív a korreláció?)

Ez a vizsgálat 50 év, 37 dekád (10-10 nap, a végén csak 5-6)

Szignifikáns eltérések és előjelük (1961-2010)

Gyenge pozitív összefüggés	63
Gyenge negatív összefüggés	38
Nincs szignifikáns összefüggés	195

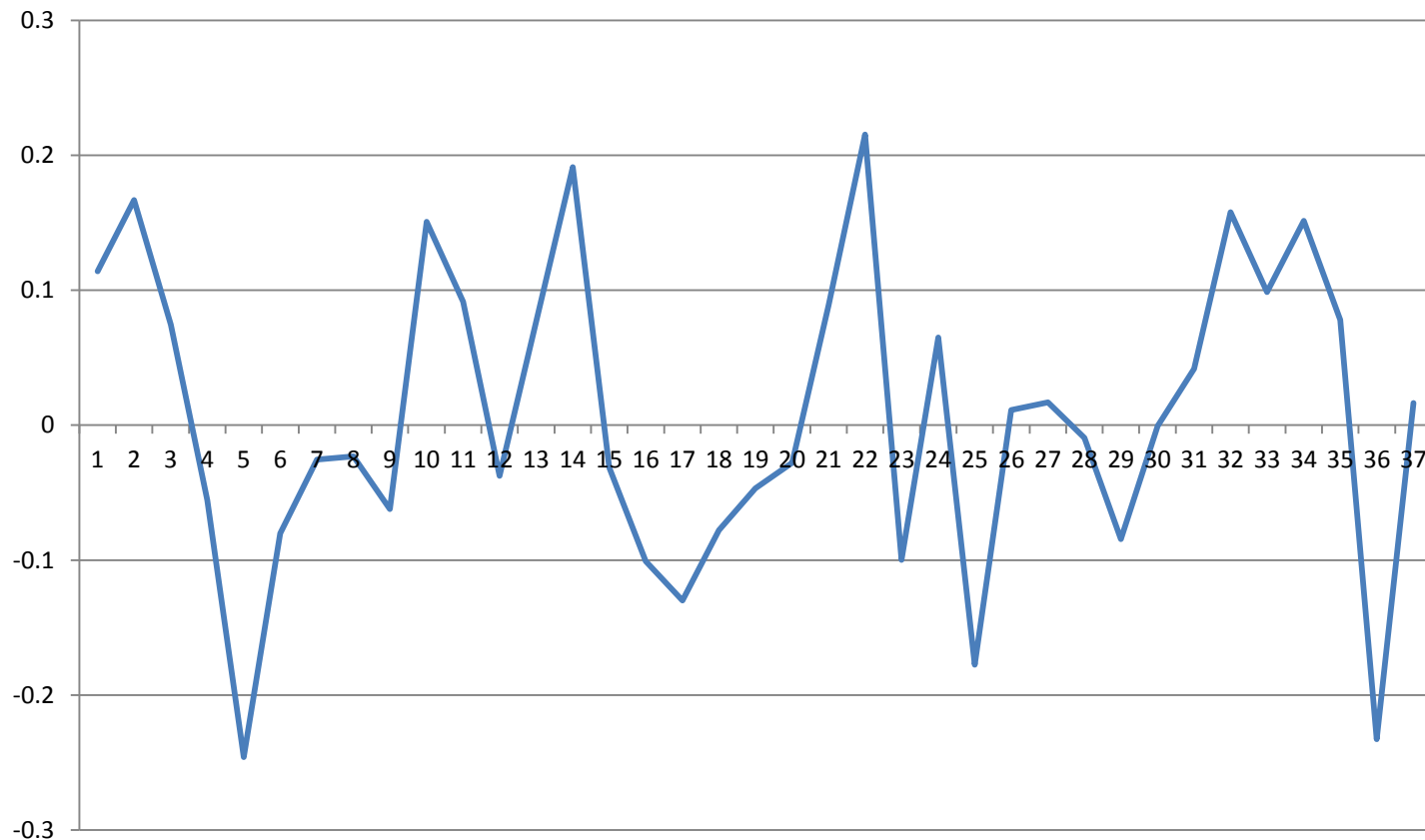
Korreláció a rácspontokban



(Szinoptikus magyarázat a tanulmányban)

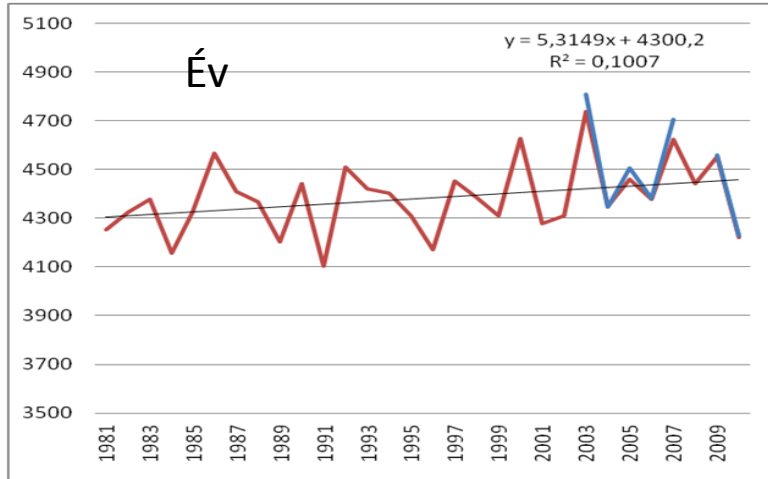
Eger független állomási adatain sincs jó negatív kapcsolat

Szélköb és globálsugárzás korrelációja

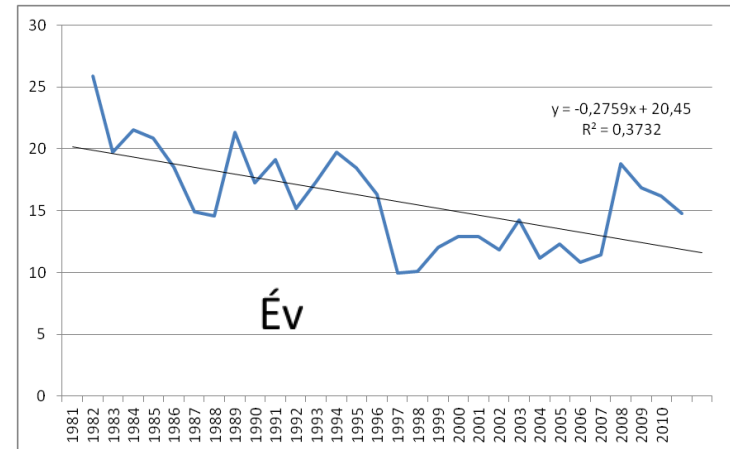
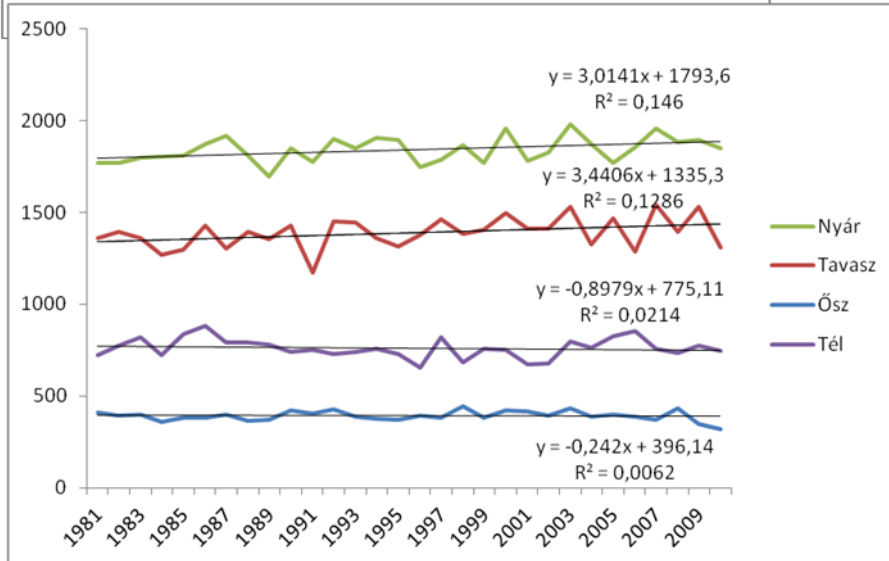
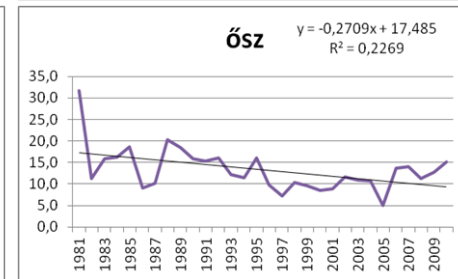
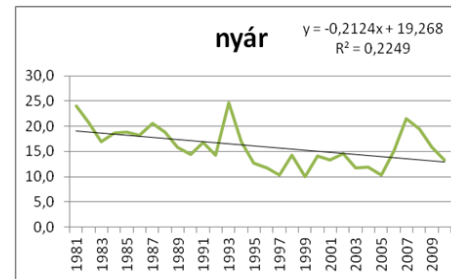
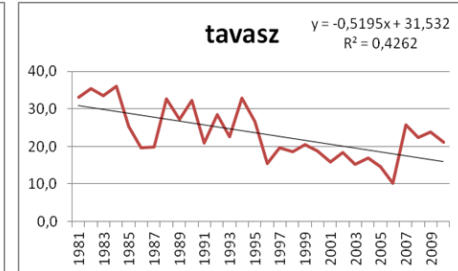
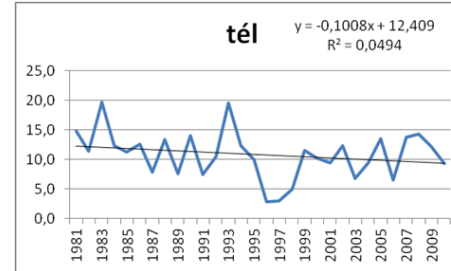


Nap- és szélenergia tendenciák (Eger)

Globálisugrás (MJ/m²év)



Szélesség köbe (m³/s³)



Idő helyett NH hőmérséklettel

Egyik módja annak, hogy megbecsüljük egy lineáris kapcsolatot ($Y=Y_0+bx$) a b regressziós együtthatóját, az **instrumentális változók módszere**, melyet Groisman és kollégái (Vinnikov, 1986) alkalmaztak először a klimatológiában.

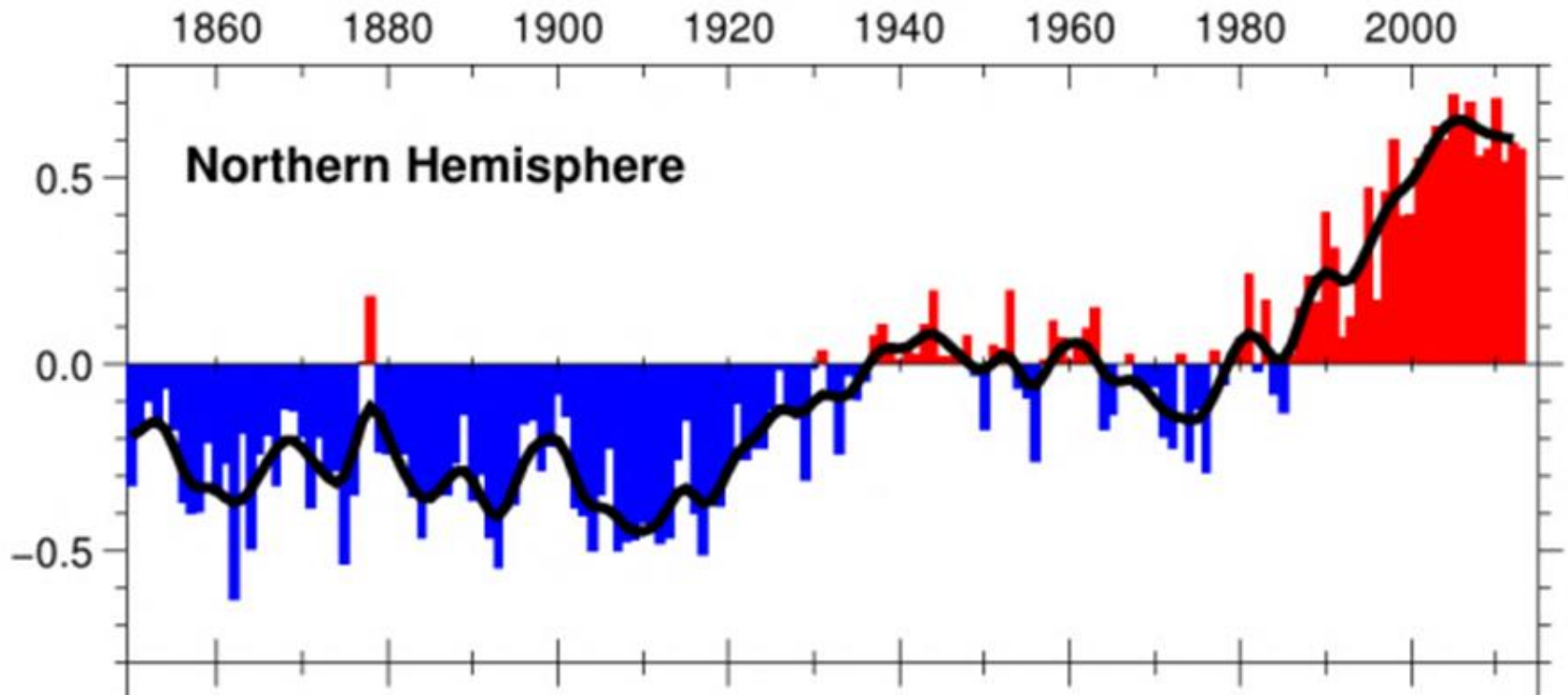
Egy instrumentális változó kritériumai a következők:

- nem-zéró korreláció a független változó megfigyelt értékeivel
- a korreláció hiánya a független változó hibáival
- a korreláció hiánya a regresszió maradékaival (hibáival) a független változóban

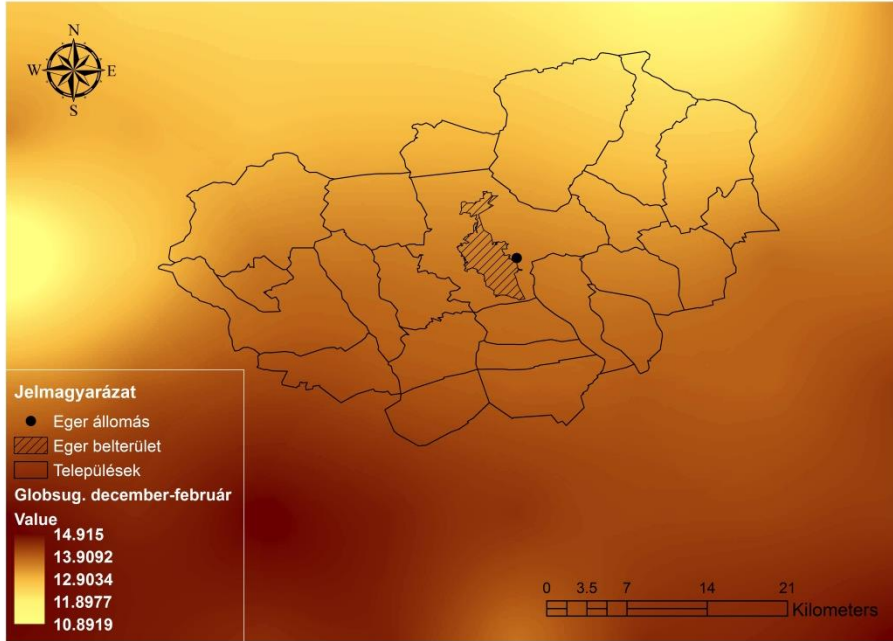
Egy Z instrumentális változó esetében a lineáris regressziós együtthatót az alábbi kovarianciák hányadosaként számítjuk ki:

$$b = \frac{\text{Cov}(Y, Z)}{\text{Cov}(X, Z)}$$

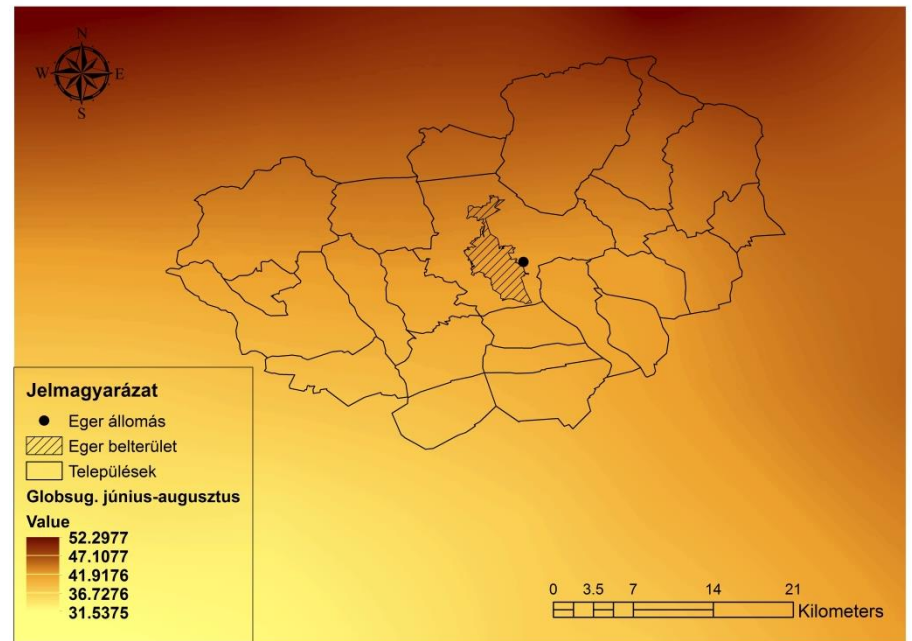
Északi félgömbi átlaghőmérséklet



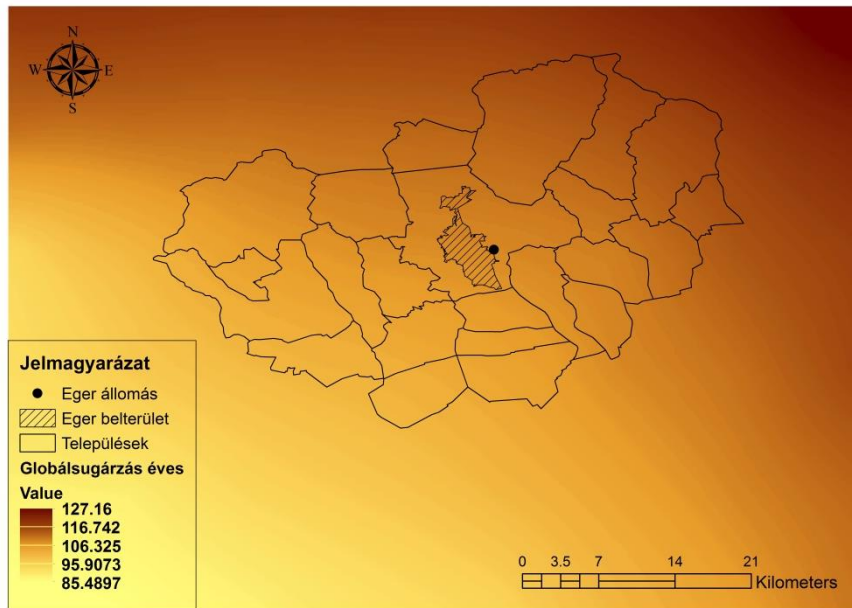
(<http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/temperature/#sciref>).



December



Június

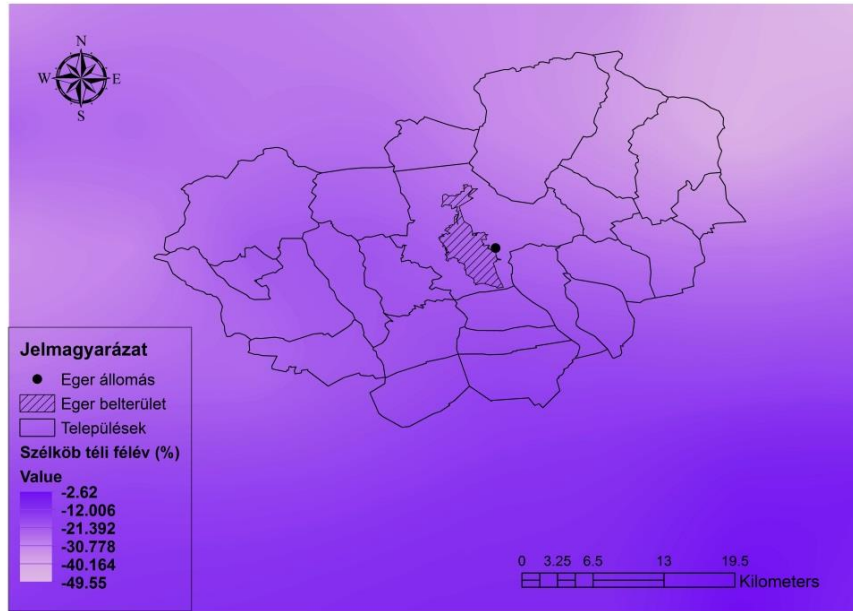


Éves

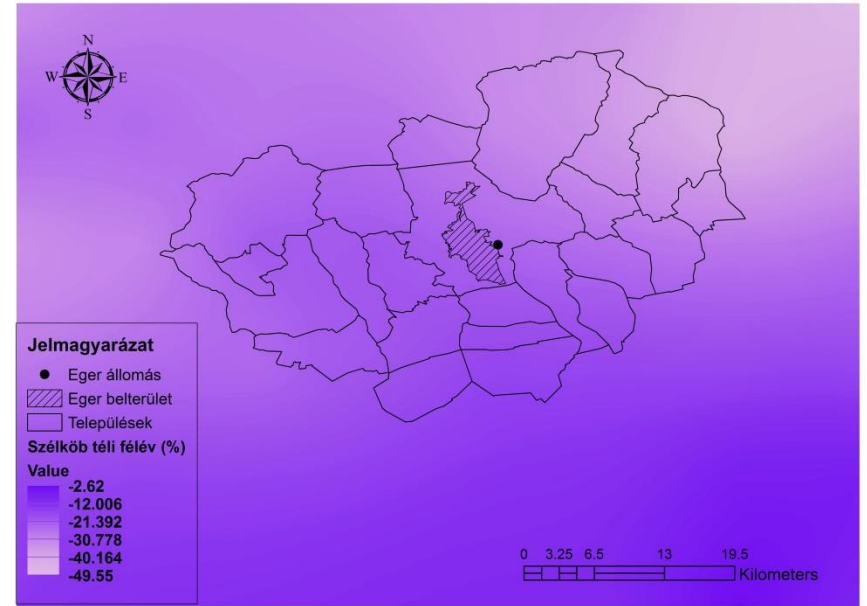
Globálsugárzás:
mindenütt emelkedés

A globálsugárzás megváltozása (MJ/m²) a vizsgált térségben, 0,5 °C-os félgömbi melegedés esetén az 1976-2005 közötti empirikus regressziós kapcsolat alapján.

A szélsébség köbének csökkenése



Tél

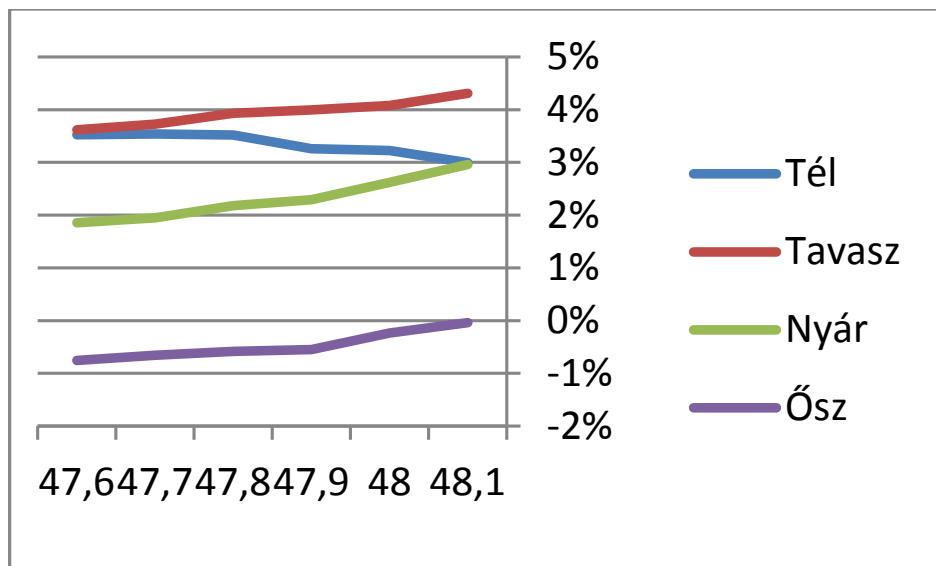


Nyár

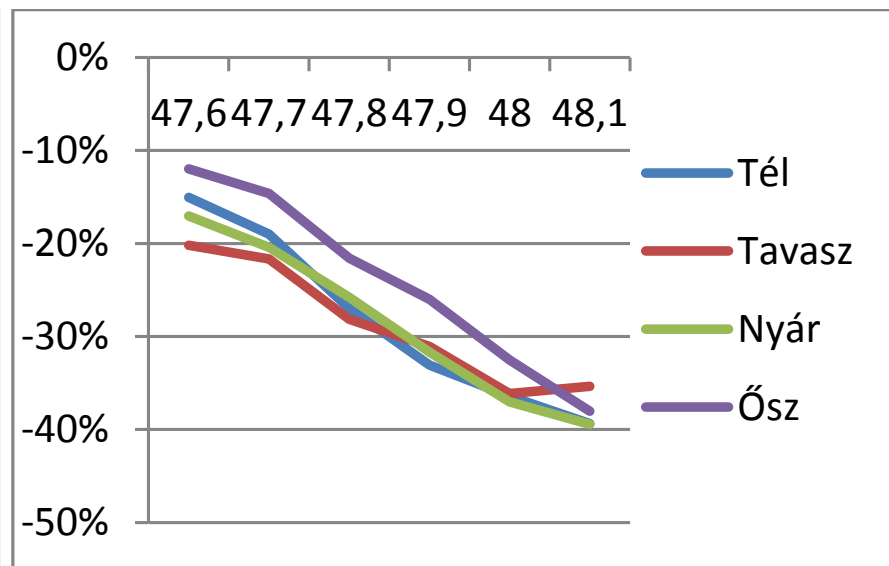
A kutatásokat a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0016 támogatta.
A rácsponti adatokat a CarpatClim Project biztosította
(<http://www.carpatclim-eu.org/pages/home/>).

A változás övezetessége (!?)

Globálsugárzás



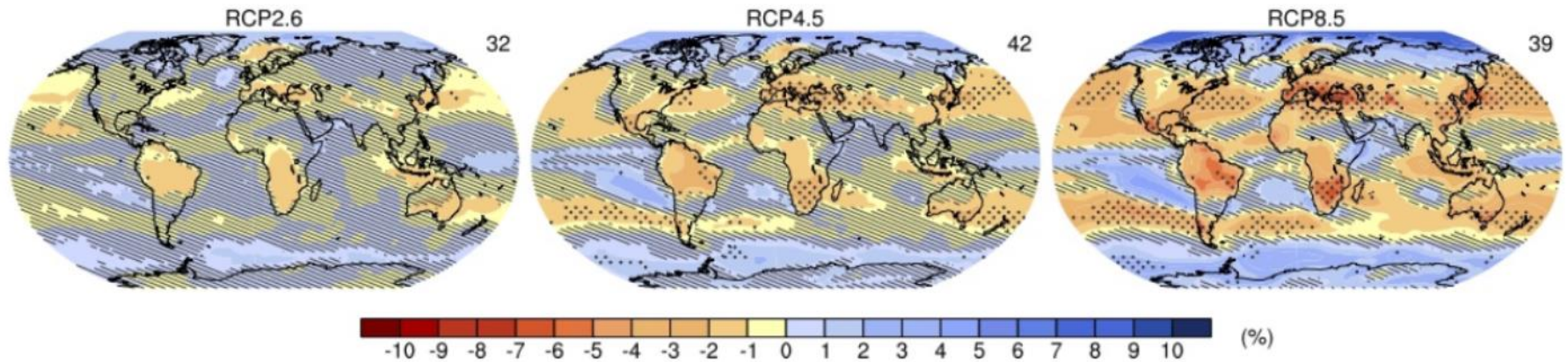
Szélesség köbe



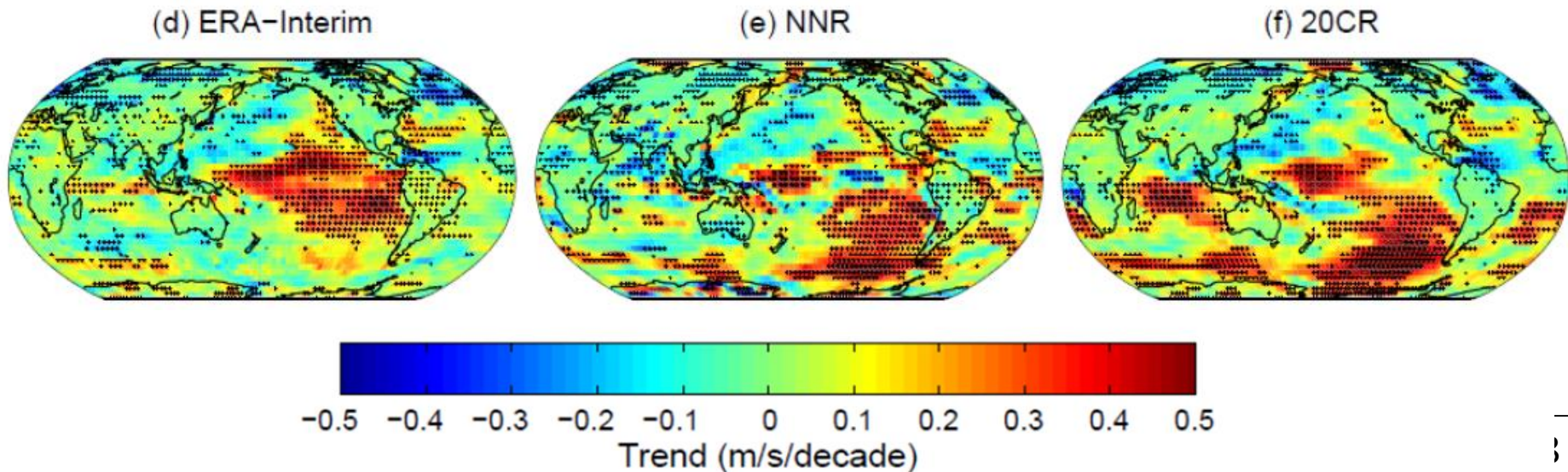
A relatív változások övezetes rendje 0,5 K félgömbi melegedésre átszámítva a négy évszakban a térség kb. 50x50 km-es területén.

Felhőzetcsökkenés (IPCC AR5 WGI, 2013)

Annual mean cloud fraction change (2081-2100)



Szélesebesség csökkenés (IPCC AR5 WGI, 2013)



Következtetések

- Rendelkezünk a térség 0,1x0,1 fokos (7x11 km-es) felbontású, vízszintes napenergia és 10 m-es szélenergia potenciál adataival 1961-2010 között.
- Az egri pontszerű mérésekkel szembeesítve, a globálsugárzás adatsort teljesen rendben találtuk, míg a széleseesség szisztematikus eltérései alighanem a csak nappali rácsponti értékekkel magyarázhatóak.
- A rácsponti adatsorok 30 éves (1981-2010) rácsponti átlagaiból képzett átlagok, szélsőségek és szórás éves menetei megfelelnek a várakozásnak.
- A napi nap- és szélenergia értékek korrelációja csak ritkán (akkor is gyengén) negatív! Ez igaz a rácsponti adatokra és Eger független állomási adataira is.
- A globális felmelegedéssel párhuzamos 1981-2010 időszakban az éves napenergia potenciál fokozódott, míg a szélenergia készletek viszont csökkentek.
- Ugyanezt számszerűsítettük a félgömbi átlaghőmérséklettel szembeesítve az 1976-2005 monoton melegedő időszakban. 0,5 K melegedésre pár százalék globálsugárzás többlet. Széleseességre nézve csökkenés, aligha csak a hibás (nappali) származtatás miatt.
- Az előjelek és a nagyságrendek megfelelnek az IPCC AR5 modell-becsléseinek.

Köszönöm a figyelmet!



A megújuló természeti erőforrások és a klímaváltozás kapcsolatrendszerének komplex vizsgálata egy fenntartható modellrégió kialakítása céljából magyar-német közreműködéssel.