

A szélenergia becslése, várható változásai

Péliné Németh Csilla¹ – Bartholy Judit² – Pongrácz Rita² –
Radics Kornélia³

1 – MH Geoinformációs Szolgálat

2 – Eötvös Loránd Tudományegyetem, Meteorológiai Tanszék

3 – Országos Meteorológiai Szolgálat

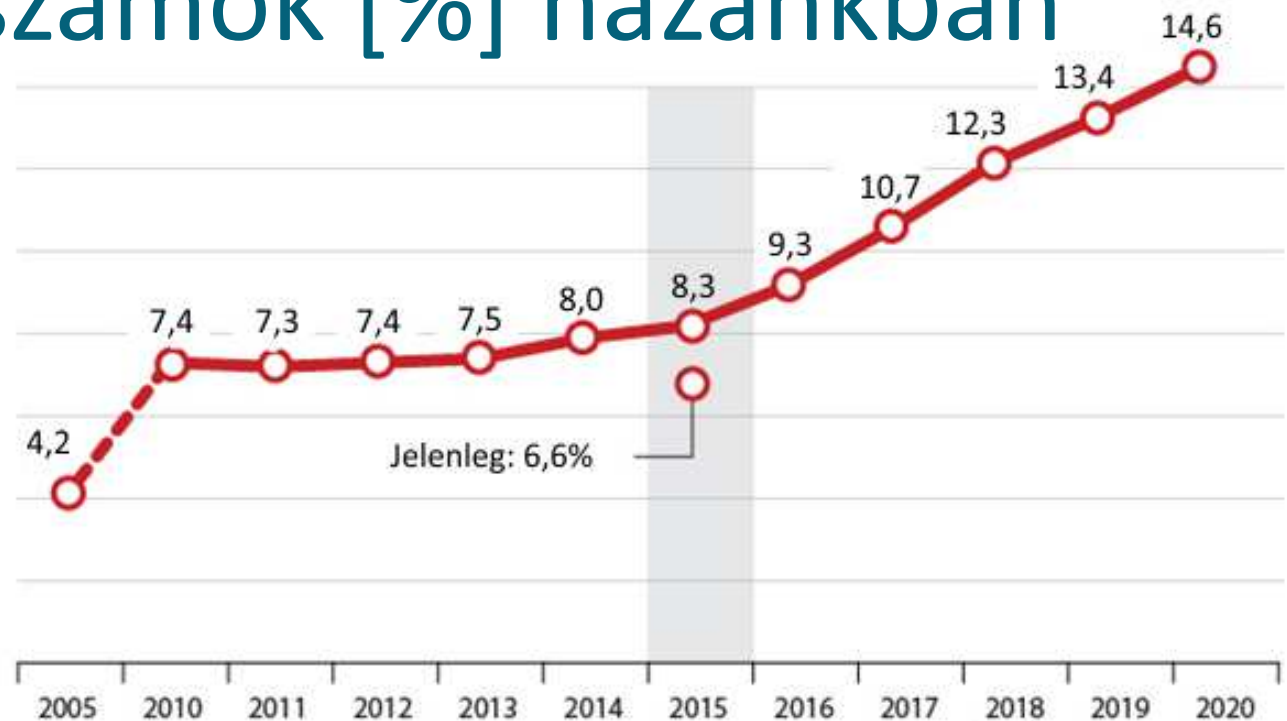
41. Meteorológiai Tudományos Napok
Budapest, 2015. november 19-20.

Vázlat

- Bevezetés
 - Megújuló energiaforrások elterjedése, növekvő szerepe
 - Szélergia helyzete
- Szélergia regionális változékonysága, széltérképek
- Potenciális készletek becslése
- A klímaváltozás regionális hatásai a szélmezőben
- Összefoglalás



Vállalt célszámok [%] hazánkban



Forrás: Kormány.hu / MN-grafika

- Növekvő energiafogyasztás
- Hagyományos energiakészletek csökkenése
- *Megújuló energiaforrások* nagyobb szerepe
- Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Terv

Megújuló energia Európában

20-20-20 célok az Európai Unióban 2020-ig
(Megújuló Energia Útiterv, 2007)

- Üvegházgáz-kibocsátás csökkentése 20%-kal (referencia: 1990)
- Energiahatékonyság növelése (energiafogyasztás csökkentése 20%-kal)
- 20% megújuló energia (a teljes fogyasztásból)
- Jelentős **szélenergia** felhasználók: Dánia, Írország, Portugália, Spanyolország
- European Wind Energy Association (EWEA)
 - 2015 első félév: 584 offshore szélturbina (2342,9 MW)
 - Új telepítések kapacitása 200%-kal növekedett a tavalyi év hasonló időszakához képest

Szélerenergia-hasznosítás hazánkban

Jelenleg:

- 172 szélturbina
- 329 MW

Célok:

- 2020: 750 MW
- 2030: 925/973/1051 MW teljesítmény elérése alacsony/közepes/magas hasznosított szélerenergia forgatókönyvekkel tervezve

Szélesebesség – szélenergia

- Szélesebesség éves átlaga hazánkban (10 méteren): 2-4 m/s

Szélmérés:

- meteorológiai célú: környezetre reprezentatív
- energetikai célú: lokálisan jellemző

- Szélerőművek működési tartománya: 2,5 – 25 m/s
- Ideális: kis szögtartományban változó irányú, nem lökések, nem túl erős szél
- Ideális rotormagasság: 100 m
- Energiaszámítási módszer (pl.: WAsP módszer)

Szélenergia

$$E_{\text{wind}} = 0,5\rho A_r u^2 u = 0,5\rho A_r u^3$$

ρ – levegő sűrűsége

A_r – rotor felület

u – átlagos szélesebesség a rotor magasságában

- Légsűrűség: légnyomás és hőmérséklet függvénye (1,15-1,4 kg/m³)
- *Fizikai alap*: az áramlás teljesítménysűrűsége (egységnyi felületen és egységnyi idő alatt áthaladó légtömeg mozgási energiája) a szélesebesség harmadik hatványával arányos; meteorológiai szélmérések
- Az összes mozgási energia nem nyerhető ki (ehhez olyan turbina kellene, amely mögött leáll a levegő)
- Elvi határ az ún. Betz limit (59,3%), de további veszteségek is fellépnek

Szélesebesség függőleges változása

$$u(z) = u(z_r) \left(\frac{z}{z_r} \right)^a$$

u – szélesebesség

z – magasság

z_r – referencia magasság (10 méter)

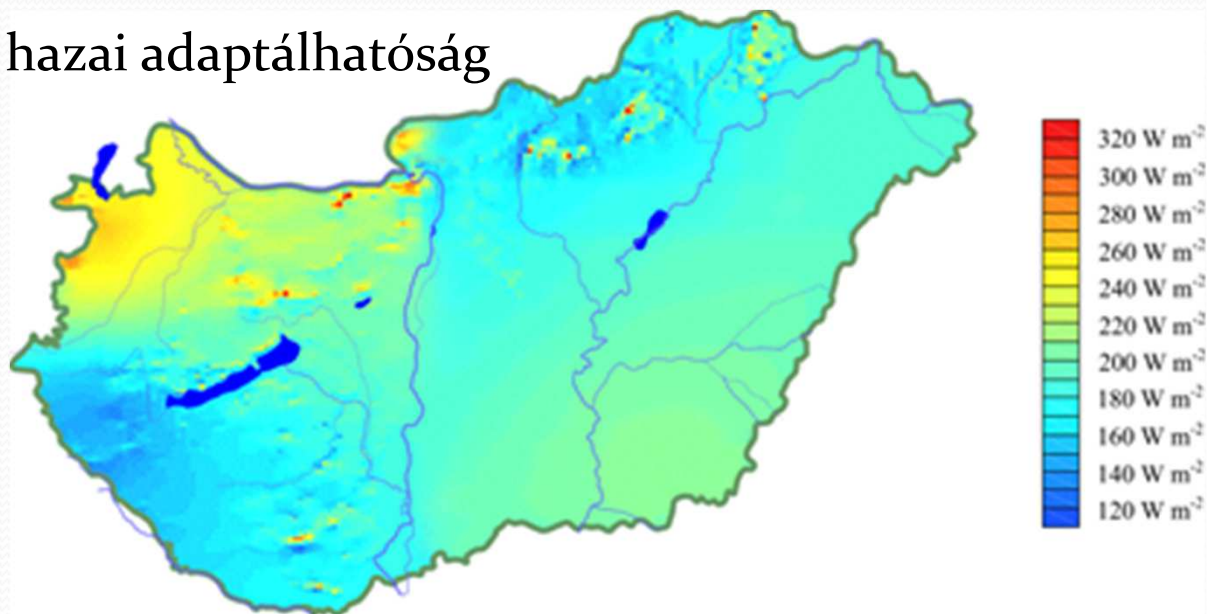
a – Hellmann kitevő

- *Hellmann kitevő*: felszíni érdesség, szélesebesség és a hőmérsékleti rétegződés függvénye
- Semleges rétegződés esetén: $a = 0,28$ erdő; $a = 0,40$ város
- Stabil rétegződés: $a = 0,6-0,7$ éjszaka; $a = 0,2-0,3$ nappal
- Évszakos változása kicsi, nyáron kissé magasabb (Tar, 2014)
- Számításainkban: $a = 0,34$

A potenciális szélenergia regionális változékonysága

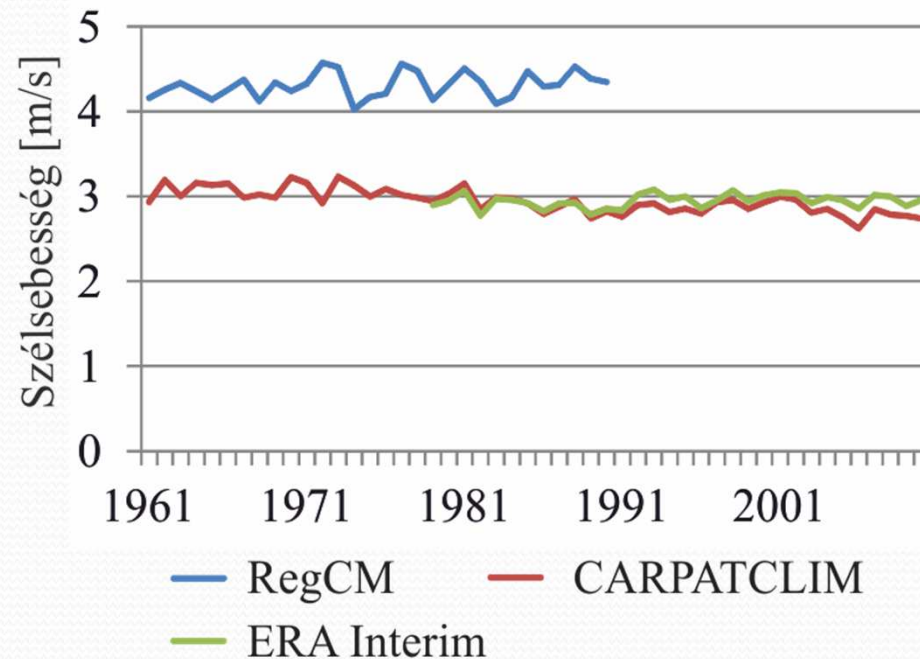
- A természetes felszínek (domborzat, érdesség) áramlasmódosító hatásának becslése WAsP programmal; szélesebbesség-eloszlás; szélenergia potenciál
- Svédországi mérési adatsorok elemzésével WAsP modellezési korlátai
- A WAsP modell a jelentős szintkülönbségekkel rendelkező területek szélmezőinek vizsgálatára csak korlátozottan alkalmas
- Hegyhátsági toronymérés – hazai adaptálhatóság

A modellezett rendelkezésre álló szélteljesítmény-mező [W/m²] 120 m-es szinten
(forrás: Radics, 2004)

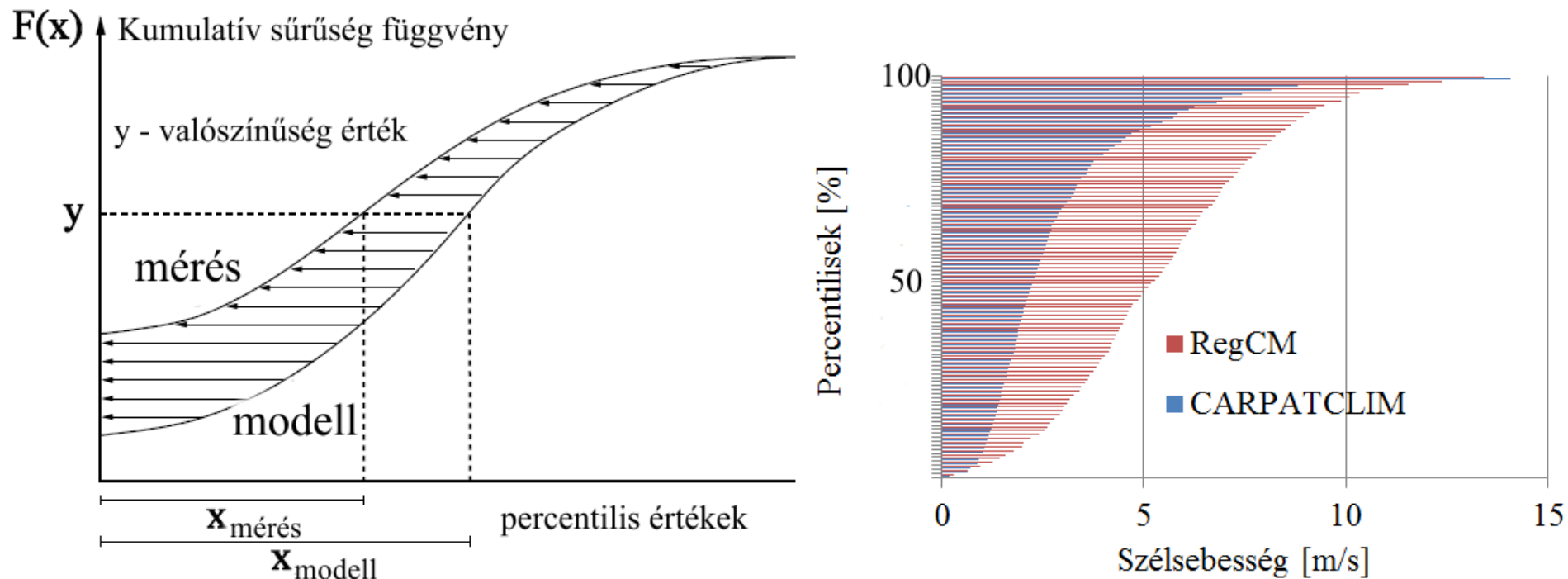


A potenciális szélenergia várható változásai

- A regionális klímamodellek szélmezőinek elemzése, várható szélklíma
- Statisztikai vizsgálatok az átlagos és extrém tendenciák meghatározására
- RegCM regionális klímamodell szélmezői, validációja
- Jelentős felülbecslés, hibakorrekció alkalmazása



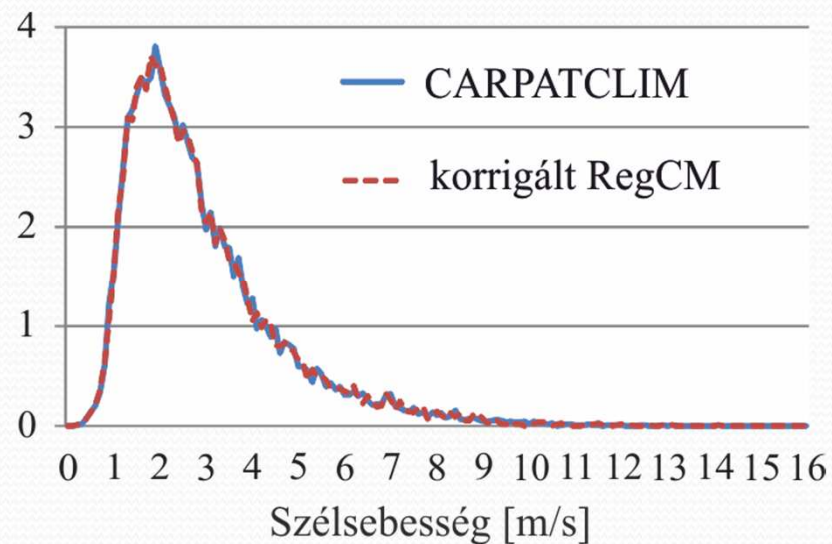
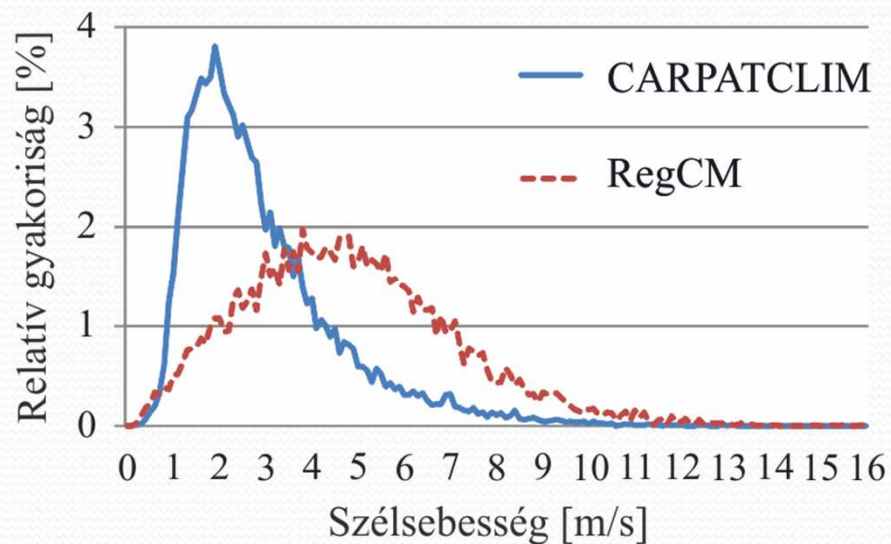
RegCM szélsősebesség korrekciója a CARPATCLIM adatokkal



- RegCM regionális éghajlati modell erős túlbecslése a referencia időszakra (1961–1990)
- Hiba korrekció havi faktorok alkalmazásával

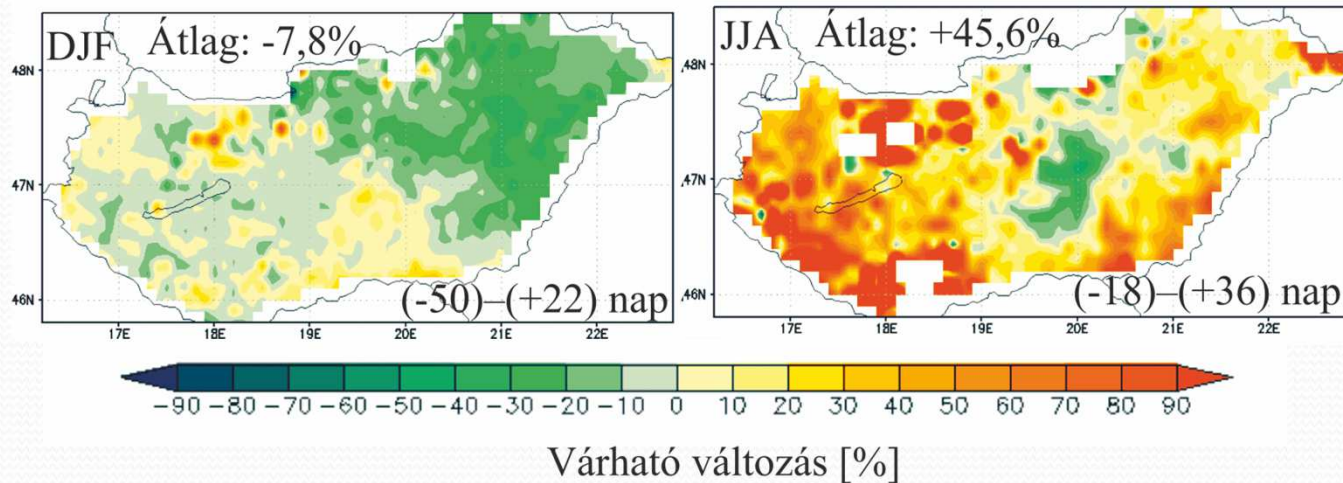
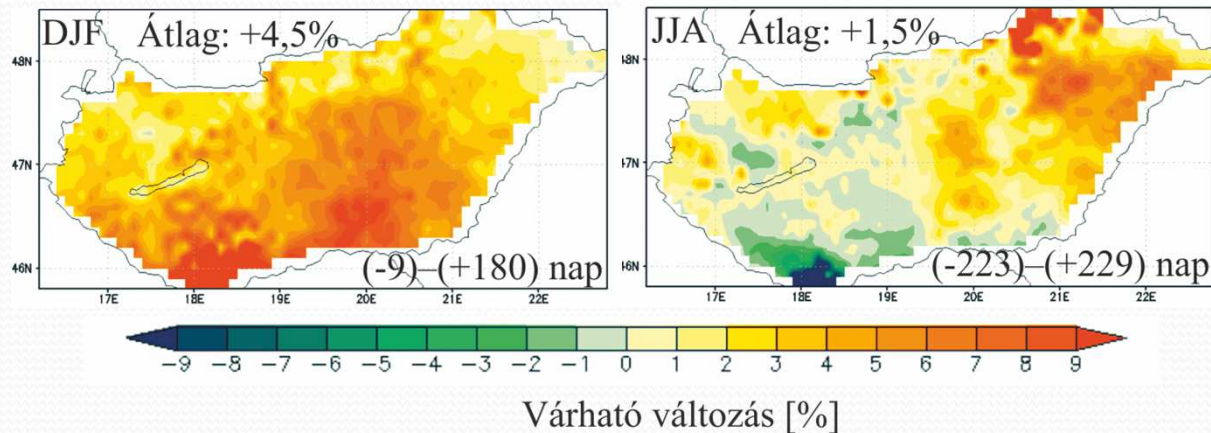
$$f_{multiplicative} = \frac{F_{obs}^{-1}(y)}{F_{model}^{-1}(y)} = \frac{x_{obs}}{x_{model}}$$

Szélesség korrekciója a CARPATCLIM adatokkal



Várható változások (2071–2100)

$V_{\text{napi átl}} < 3 \text{ m/s}$

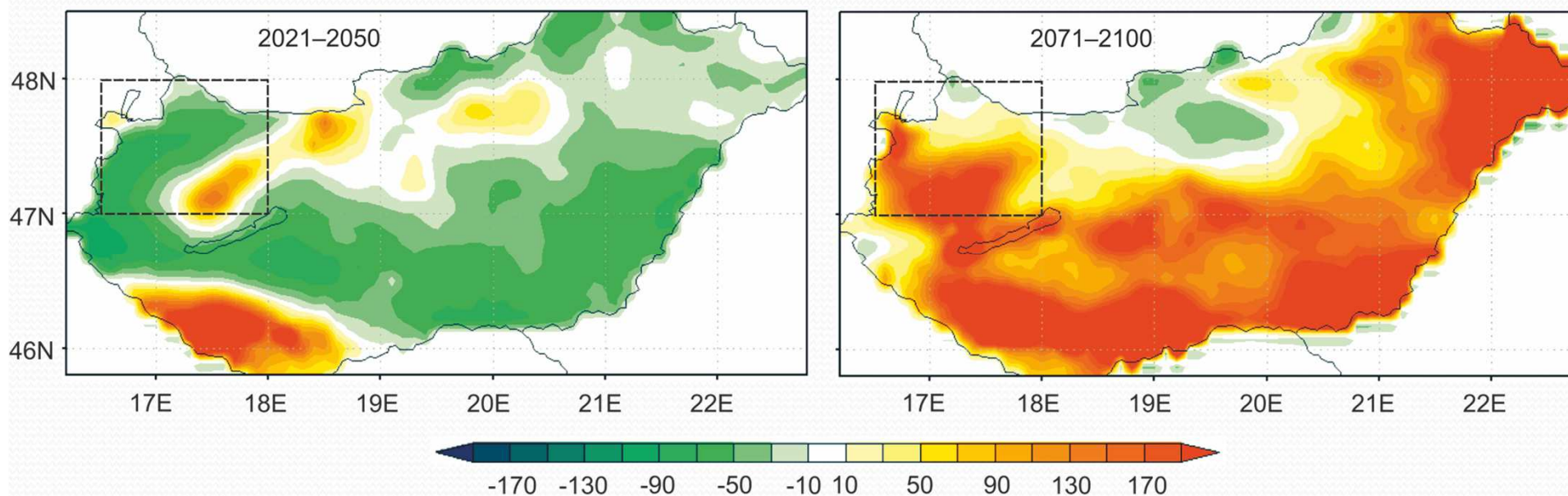


$V_{\text{napi átl}} > 8 \text{ m/s}$

Köbös szélesség várható változása (100 m)

2021–2050

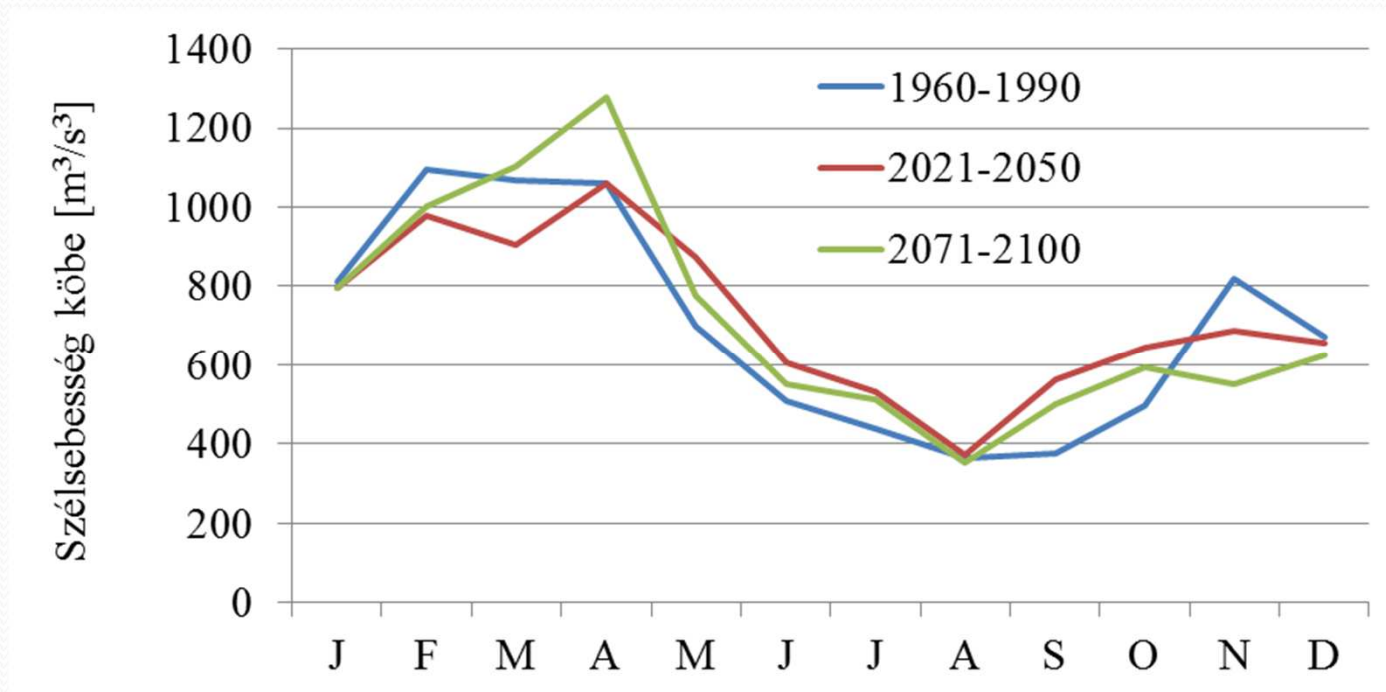
2071–2100



Százalék

- RegCM korrigált szélesség, Hellmann formula → a szélesség harmadik hatványának változása **100 méteres** magasságban

Köbös szélesebesség havi változása



- Harmincéves átlagok
- Télben kevesebb, nyáron több szélenergia várható

Összefoglalás, várható változások

- Ény-Mo.: éves szélenergia potenciál gyenge növekedése
- Nyáron
 - melegedő légkörben nyáron nyomáscsökkenés várható
 - kis szélsőségek csökkenése
 - nagy szélsőséges napok számának növekedése
 - szélenergia potenciál növekedése
- Télén
 - melegedő légkörben télen nyomásnövekedés várható
 - kis szélsőségek növekedése
 - nagy szélsőséges napok számának csökkenése
 - szélenergia potenciál csökkenése

Köszönöm a figyelmet!



41. Meteorológiai Tudományos Napok
Budapest, 2015. november 19-20.