

A HAZAI SZÉLKLÍMA REGIONÁLIS TENDENCIÁI A SZÉLENERGIA-HASZNOSÍTÁS TÜKRÉBEN

**Radics Kornélia^{1,2}, Péliné Németh Csilla^{1,2},
Bartholy Judit²**

¹ MH Geoinformációs Szolgálat

² ELTE Meteorológiai Tanszék



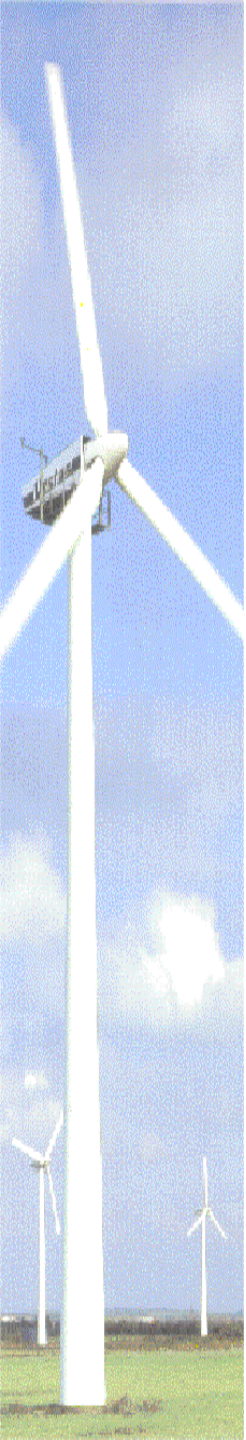


Vázlat

- A szélenergia hasznosítása: múlt, jelen
- Szélklíma kutatások
 - Vizsgálatokhoz felhasznált adatok
 - Hazánk szélatlasza
 - Hegyhátsági mérések
 - Széltérképek
- A szélenergia hasznosítása: jövő
 - Regionális tendenciák területi eloszlás
 - Regionális klímamodellezés
- Tervek, lehetséges kutatási irányok

A szélenergia hasznosítása: múlt

- XX. század első fele: átlagosan 800 szélmalom hazánkban
- XX. század közepe: a fosszilis tüzelőanyagok és az atomenergia háttérbe szorítja a szélenergia hasznosítását
- 1970-es évek: sokkoló olajválság, majd: globális felmelegedés a szélenergia felé fordítja a figyelmet
- Szélenergia-átalakító berendezések: lényegében minden paraméterük megváltozott
- Hazai energiapolitika: támogatja a megújuló energiaforrások hasznosítását
- 1990-es évek közepén indultak a hazai szélenergetikai vizsgálatok

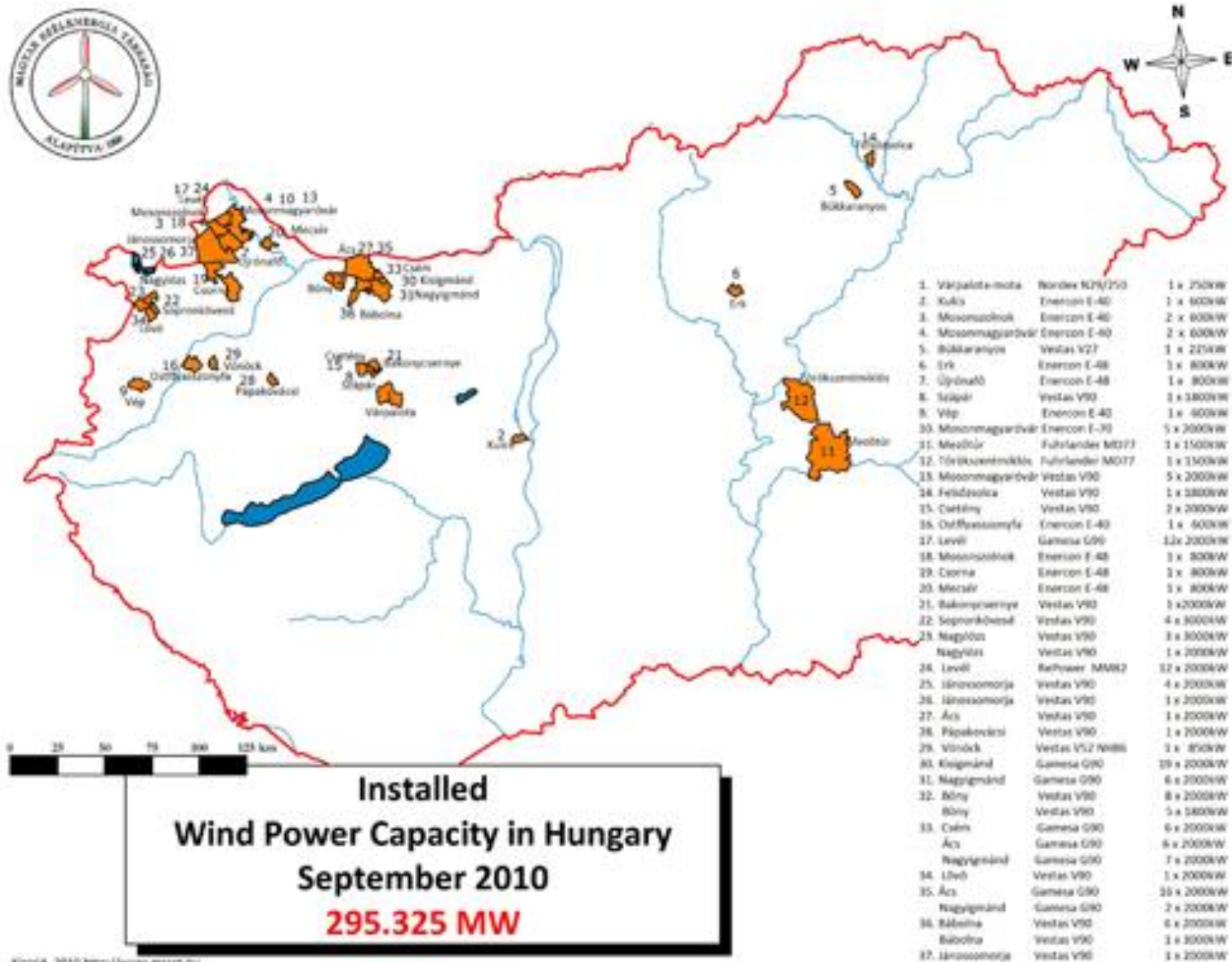
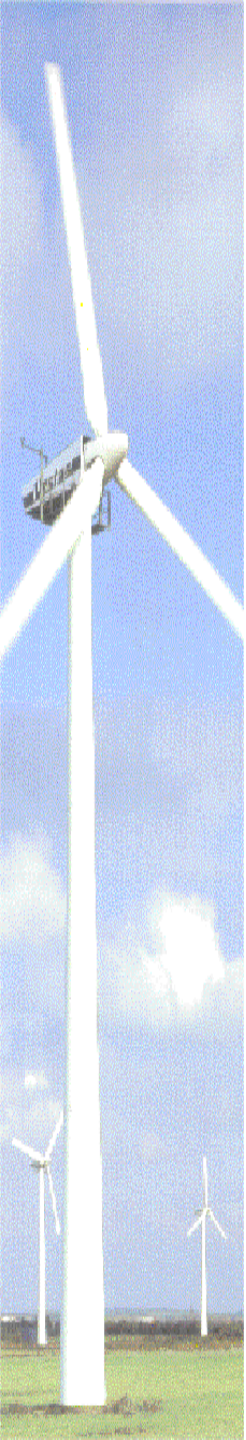




A szélenergia hasznosítása: jelen

- EU: az elmúlt 15 évben folyamatos növekedés (átlagosan 23%-os éves növekedés)
- Németország és Spanyolország: vezető szerep
- szélenergia: 2008-2009-ben nagyobb mértékű fejlődés, mint más energiaforrásoknál
- Harvard Egyetem kutatói: annyi elektromos áramot tudnának termelni, ami elláthatná a világ lakosságát!

A szélenergia hasznosítása hazánkban, 2010

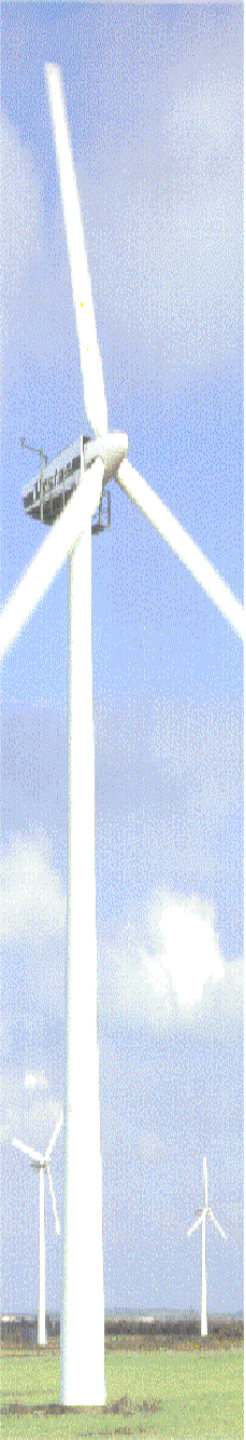


KincsiA, 2010 <http://www.miszt.hu>



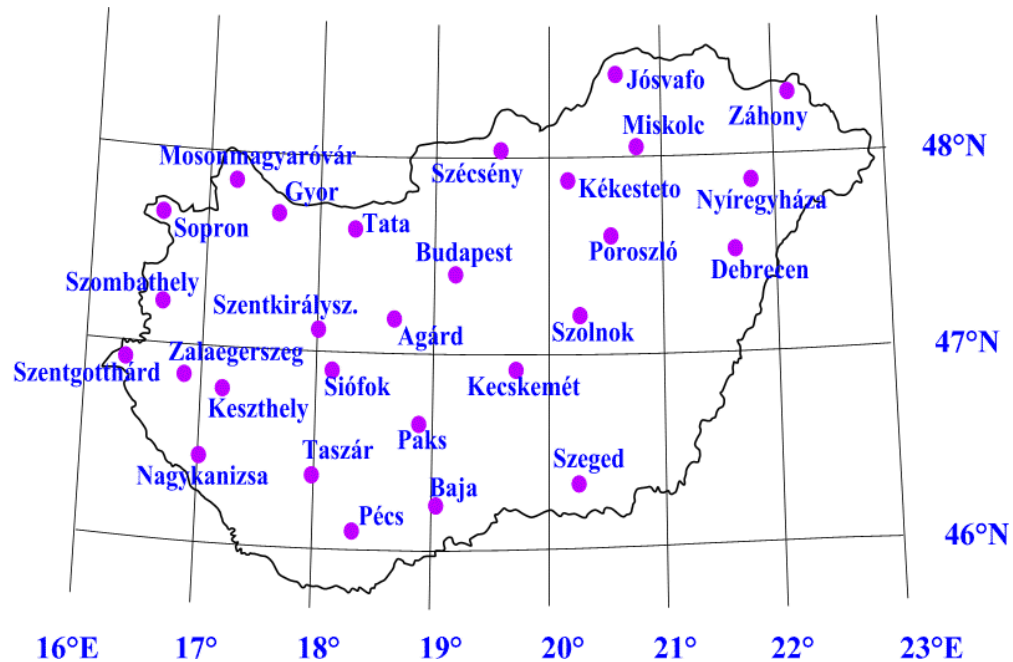
Szélklimatológiai kutatásaink

- A hazai szélklíma paramétereinek átfogó elemzése
- Vertikális szélprofil elemzése
- Hazánk széltérképeinek modellezése
- A térbeli és időbeli tendenciáinak becslése (átlagok és szélsőértékek)
 - Szinoptikus mérőhálózat széladatsorainak elemzése
 - Reanalízis mezők elemzése
- Éghajlatváltozás – regionális, lokális skála
- Modellszimulációk



Felhasznált adatsorok

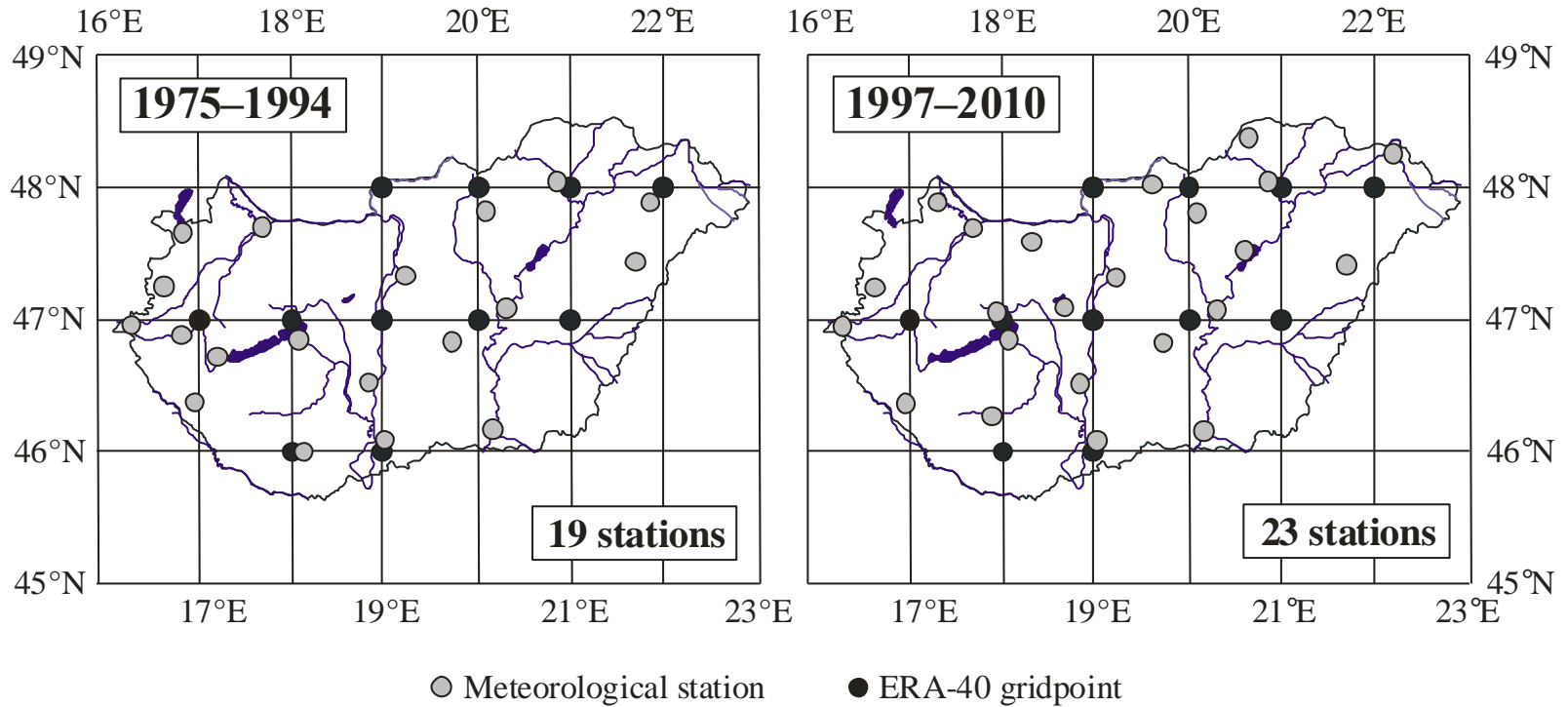
- 36 szinoptikus állomás órás adatai (1975-2011)
- Formai, tartalmi, minőségi ellenőrzés (hibás értékek)
- Adathiányok (pl. éjszaka)
- Cél: homogén adatsor
- Gond: automatizálás, állomástörténet (hely, szélmérő magassága, megváltozott körülmények stb.)

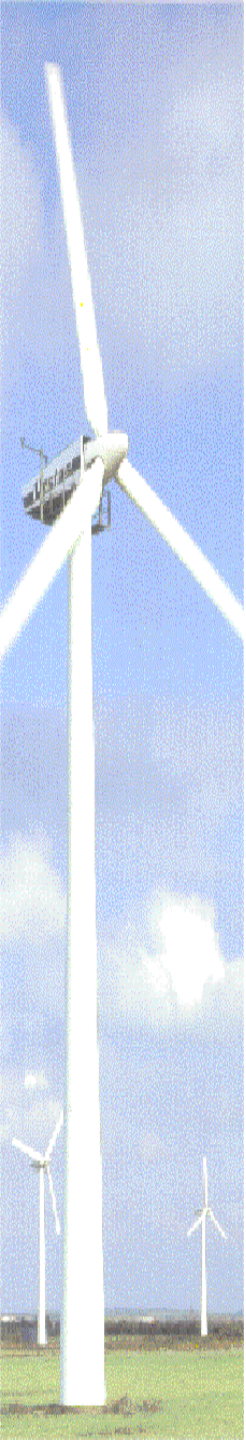




Felhasznált adatsorok

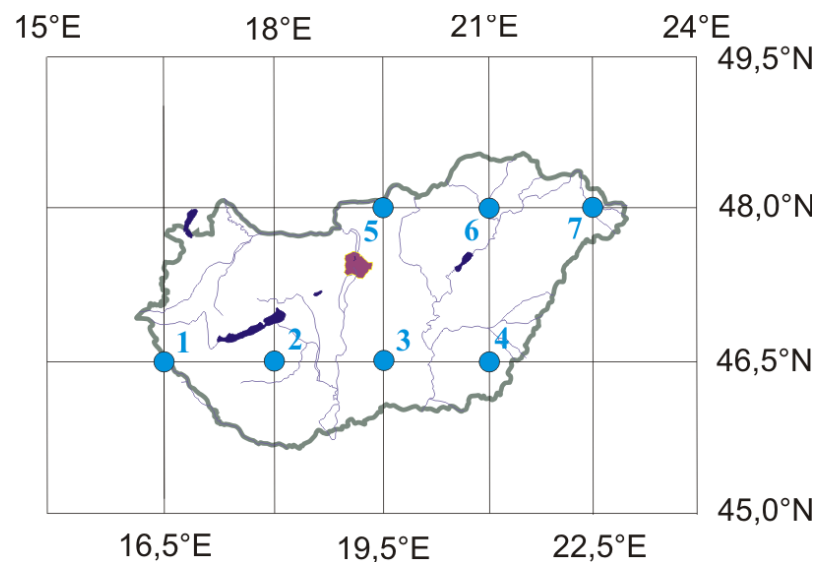
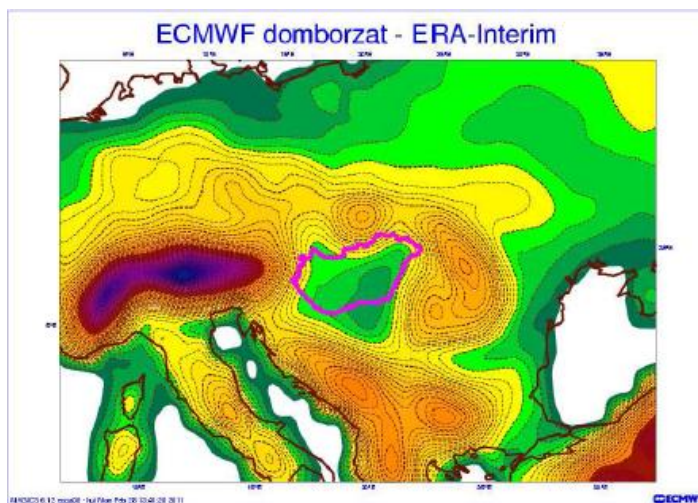
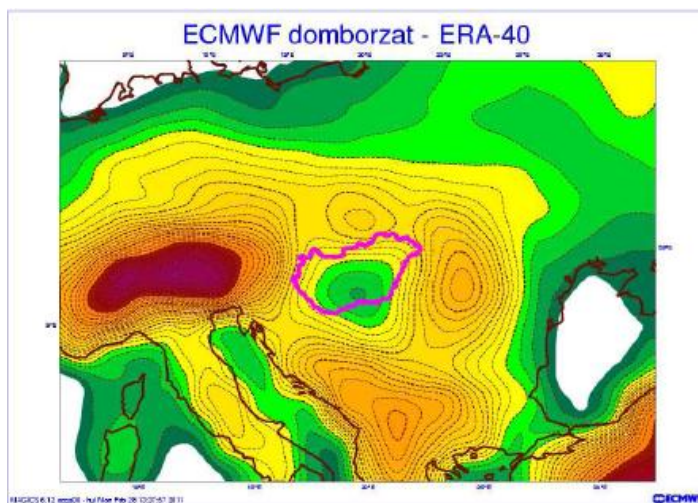
ERA 40 (1975-2002, $1,25^{\circ} \times 1,25^{\circ}$)





Felhasznált adatsorok

ERA Interim (1989-2011, $1,5^{\circ} \times 1,5^{\circ}$, $0,5^{\circ} \times 0,5^{\circ}$)



A vizsgálatba bevont
ERA Interim rácspontok
(28 db)

Hazánk szélátlasza

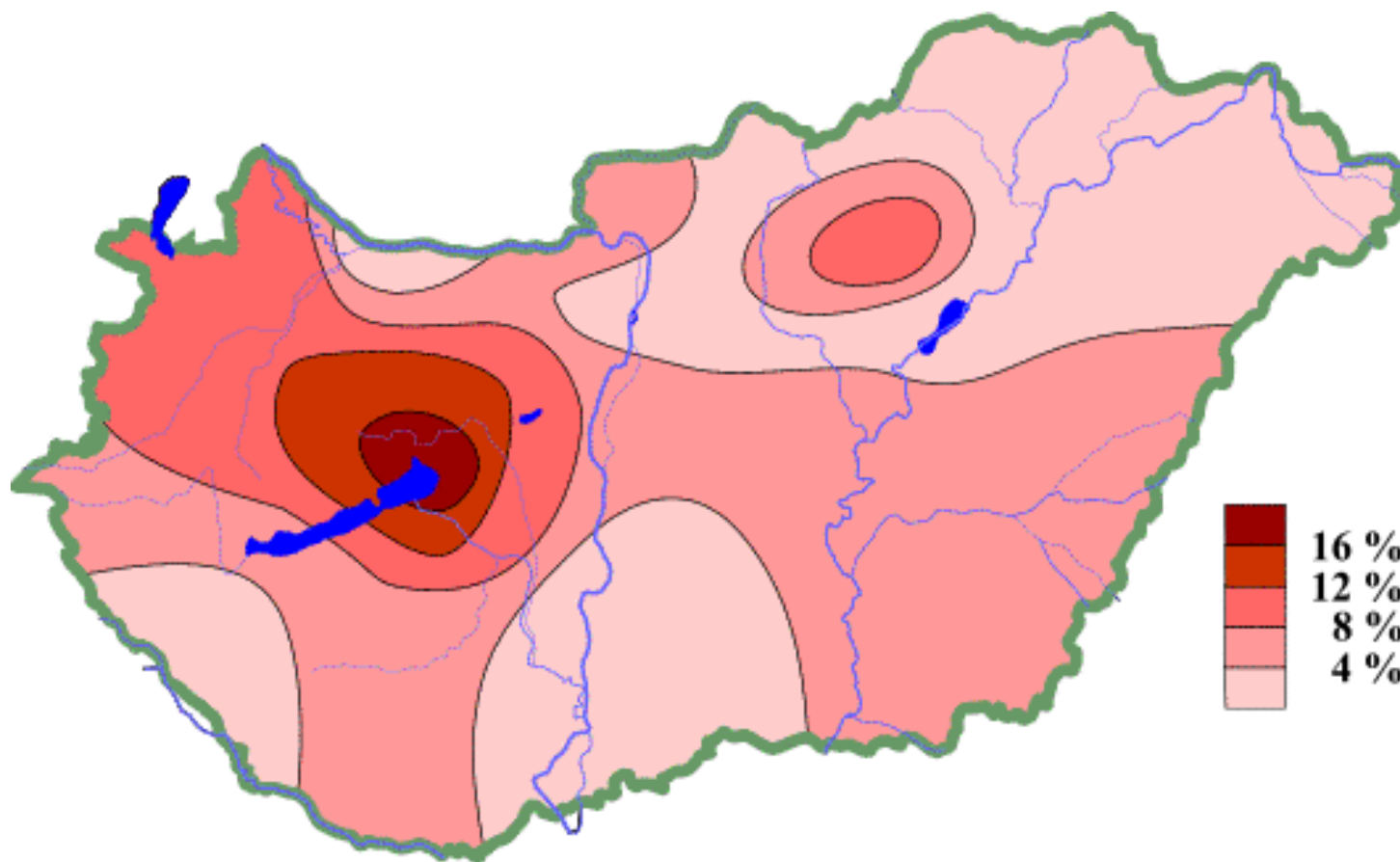
A legfontosabb következtetések:

- Hazánk a mérsékelt szélterület
- A szélsőségek napi és évi változékonyságának mértéke átlagosan $1-2 \text{ m s}^{-1}$. A köbös átlagok éves amplitúdója sok esetben eléri a $100 \text{ m}^3 \text{ s}^{-3}$ -ot, a napi változékonyság pedig a $150-200 \text{ m}^3 \text{ s}^{-3}$ értéket.
- Az $1-3 \text{ m s}^{-1}$ -os szelek átlagos éves tartama a legnagyobb (1500-3000 óra). A 10 m s^{-1} -nél nagyobb szelek tartamát éves átlagban 100 óra alatti jellemzik.
- A legnagyobb átlagos éves energiát a $4-9 \text{ m s}^{-1}$ -os szelek hordozzák ($20-120 \text{ kWh m}^{-2}$).
- A szélsőségek havi anomáliái általában 1 m s^{-1} -on belül maradnak.



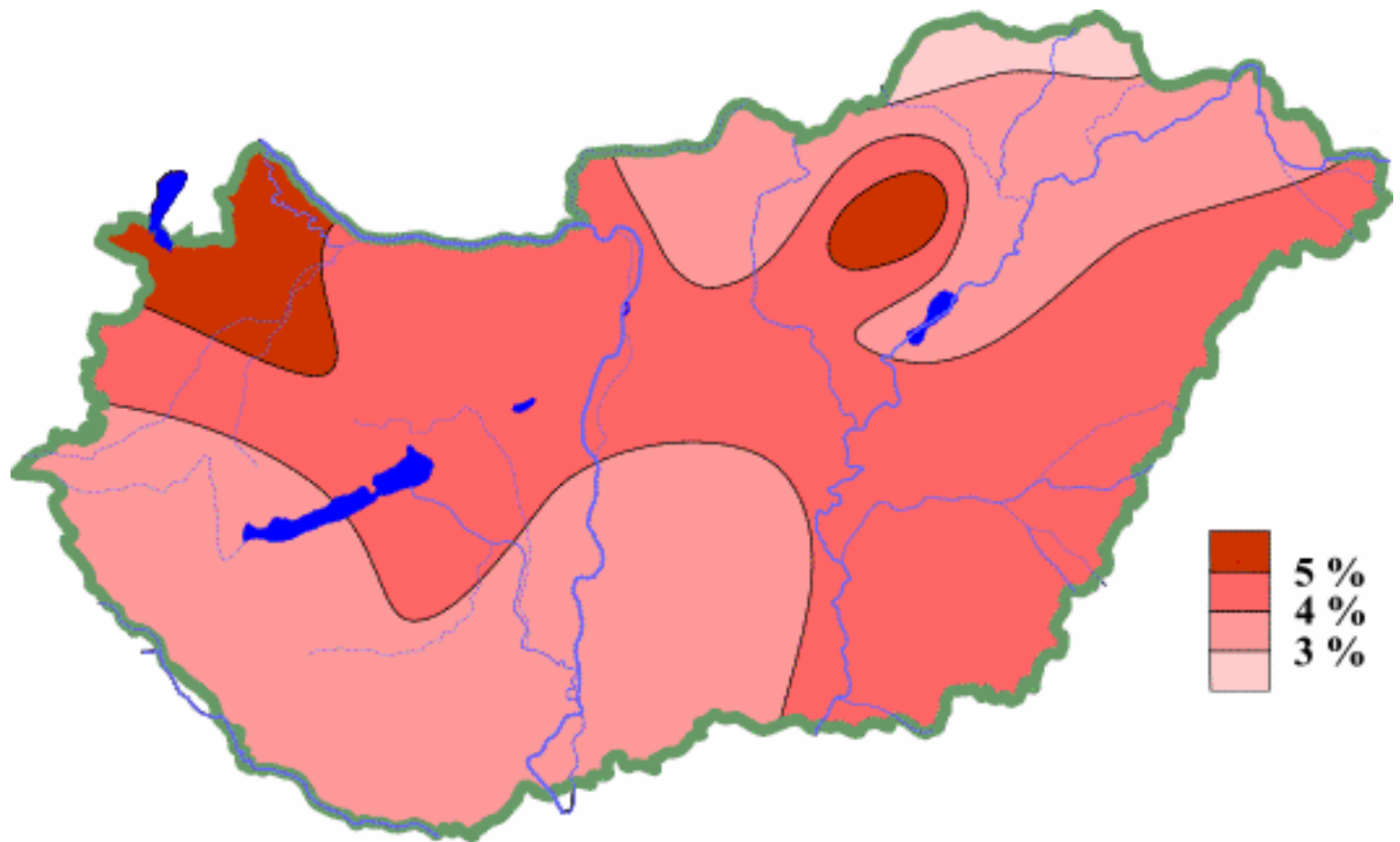
A 7 m/s-nál nagyobb szélesebességek relatív gyakoriságának területi eloszlása hazánkban

1997-2007



A 10 m/s-nál nagyobb szélökések relatív gyakoriságának területi eloszlása hazánkban

1997-2007





Hegyhátsáli mérések



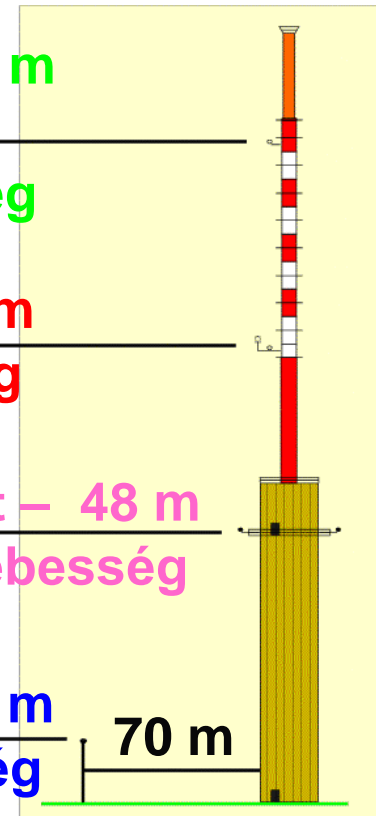
- négy szinten (10 m-en, 48 m-en, 82 m-en és 115 m-en) végzett szélmérés
- vertikális szélprofil elemzése (stabilitási viszonyok)
- a WAsP modell hazai adaptálhatóságának igazolása
- modellezési eredmények verifikálása
- a széladatok horizontális és vertikális extrapolációja - esettanulmányok

1. szint – 115 m
Szélirány
Szélesebesség

2. szint – 82 m
Szélesebesség

3. szint – 48 m
Szélesebesség

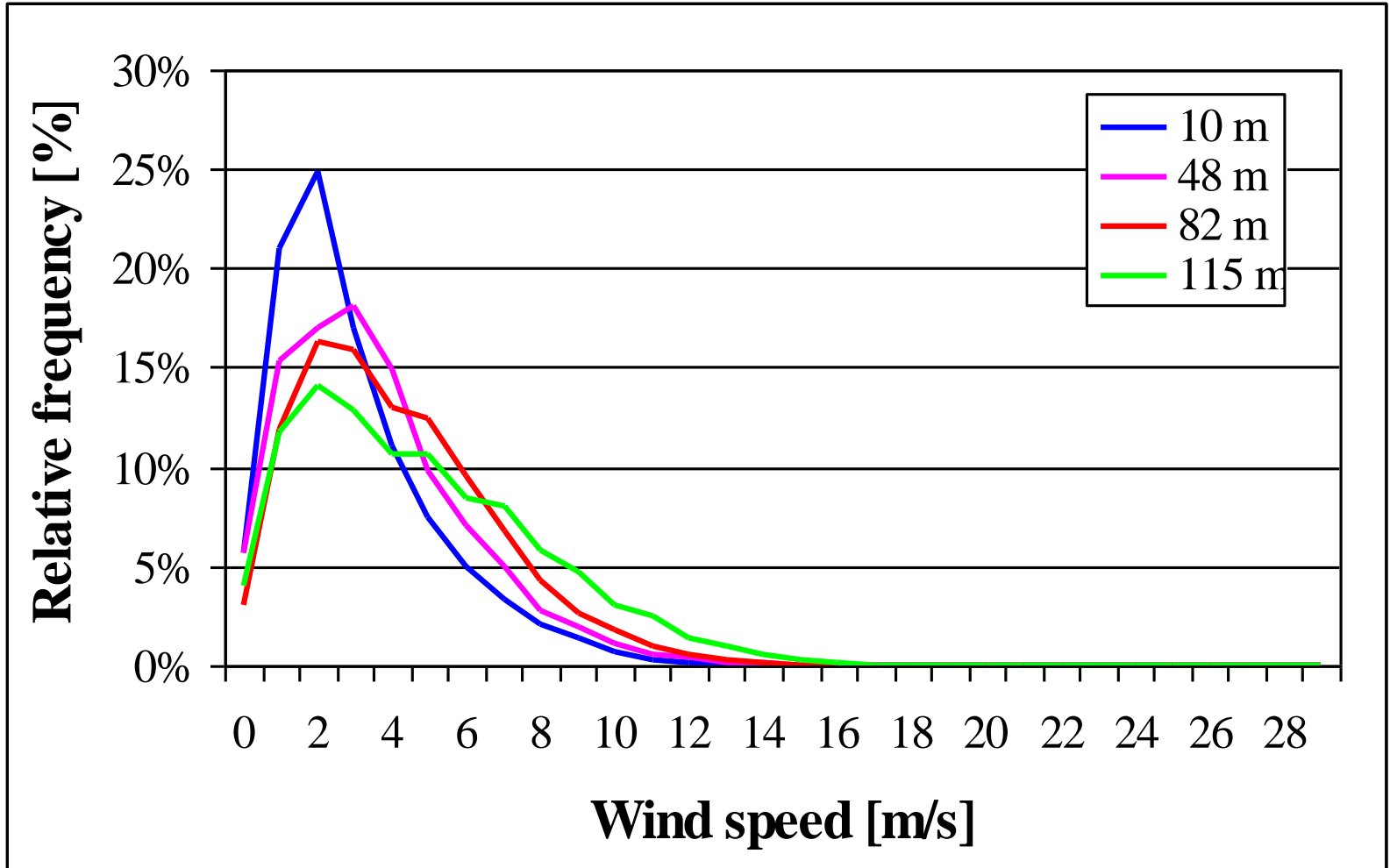
4. szint – 10 m
Szélesebesség





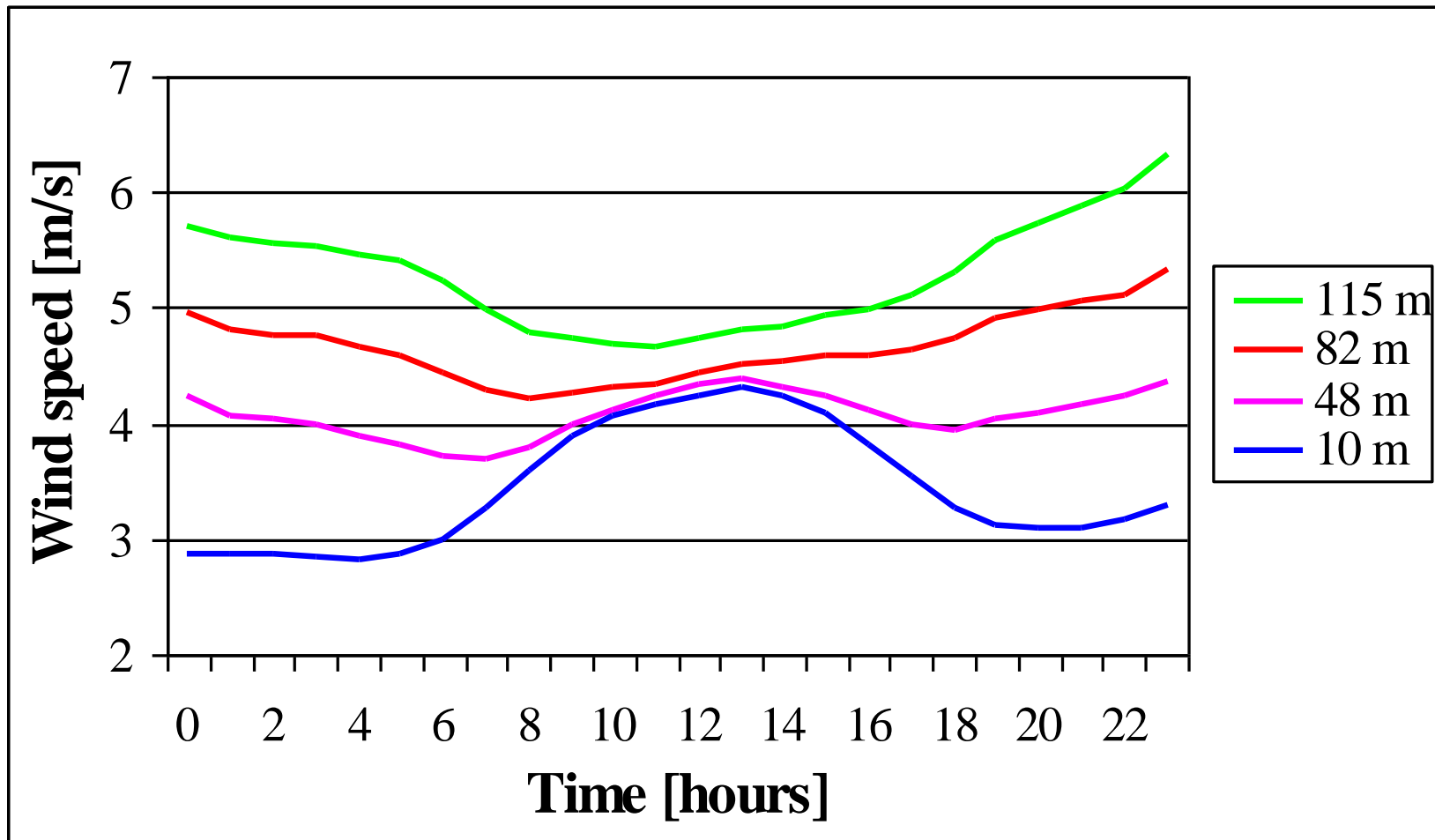
A különböző szinteken mért szélesebbégi értékek relatív gyakorisága Hegyhátsálon

Négy szinten mért, nyolc éves (1995-2002) adatsorok alapján



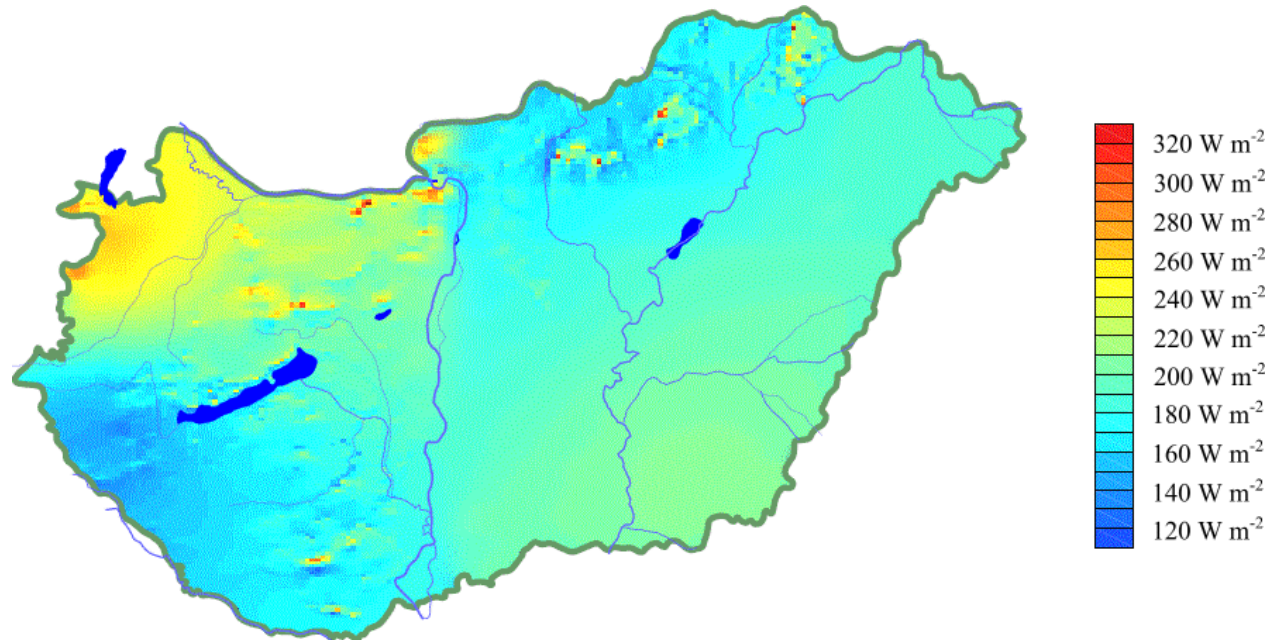
A hegyhátsági mérőtorony különböző szintjein mért szélesebességek napi menete

Négy szinten mért, nyolc éves (1995-2002) adatsorok alapján



Szélterképek

- a domborzat és az érdesség áramlásmódosító hatásának elemzése
- a rendelkezésre álló szélmező legfontosabb sajátosságainak áttekintése
- az átlagos szélesebességet és rendelkezésre álló szélenergiát ábrázoló térképeket modellezés és szerkesztése



A szélenergia hasznosítása: jövő

Megválaszolatlan kérdések, problémák:

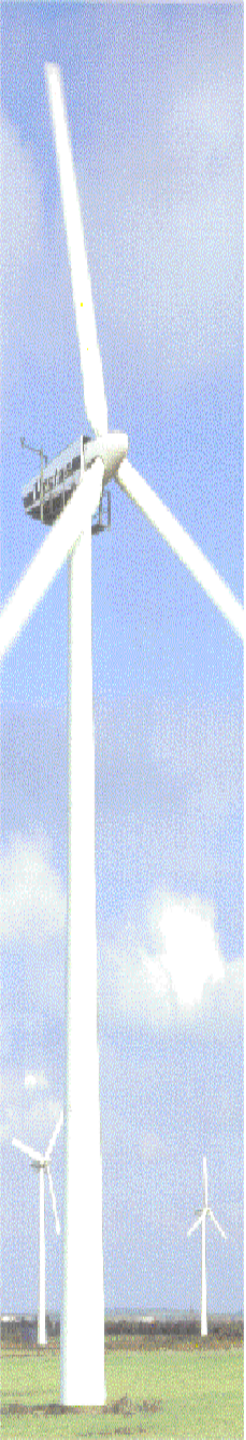
- potenciális készletek megbízható becslése,
- területi lefedettség,
- mérési idősorok hossza,
- szélklíma változékonysága, tendenciái



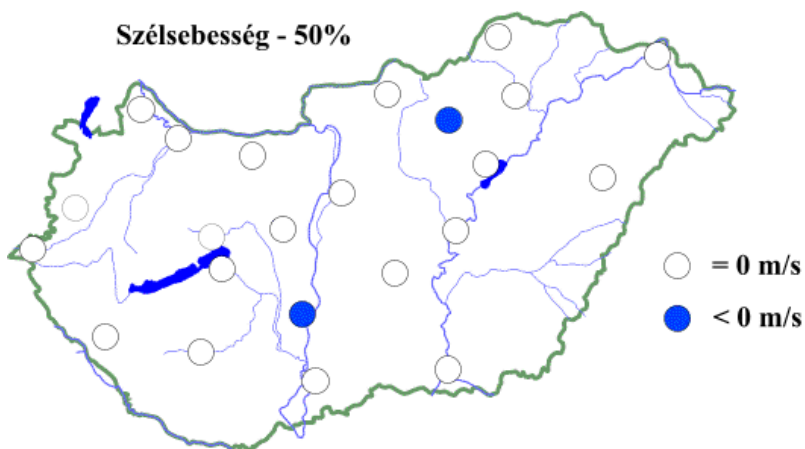
Szinoptikus állomások széladatainak elemzése

- szintátlépések száma (medián, 90%, 95%, 99%)
- szintátlépések időbeli változása
- átlagos szélesebesség
 - medián változatlan
 - a percentilisek növelésével egyre inkább megjelenik a csökkenő tendencia
 - csökkenés intenzitása növekszik
- szellőkés
 - keleten emelkedő tendencia (Debrecen, Poroszló)
 - a percentilisek növelésével nő a csökkenő tendencia intenzitása
- Dunántúl ↔ Alföld

A szélesebbeségre vonatkozó percentilis értékek tendenciájának területi eloszlása hazánkban 1997-2007

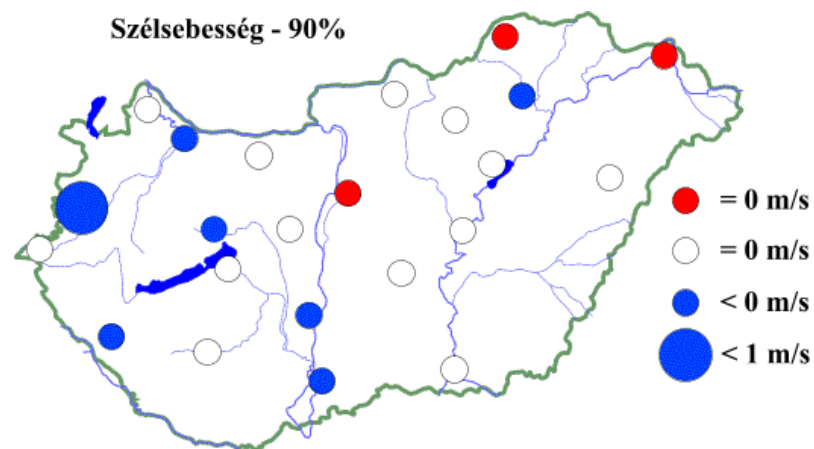


Szélesebbesség - 50%



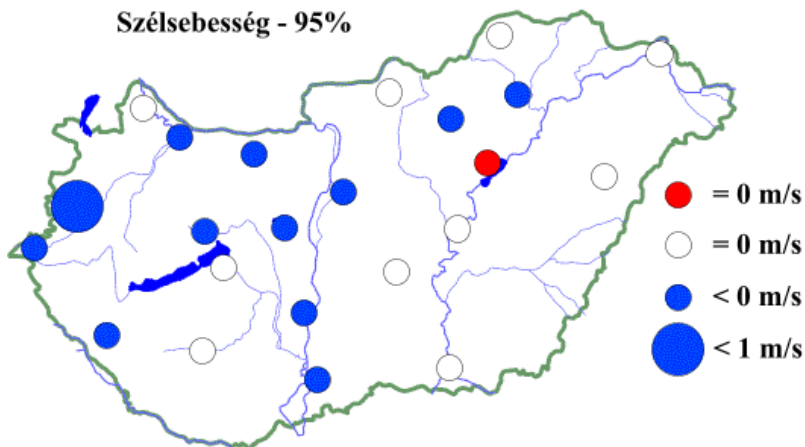
○ = 0 m/s
● < 0 m/s

Szélesebbesség - 90%



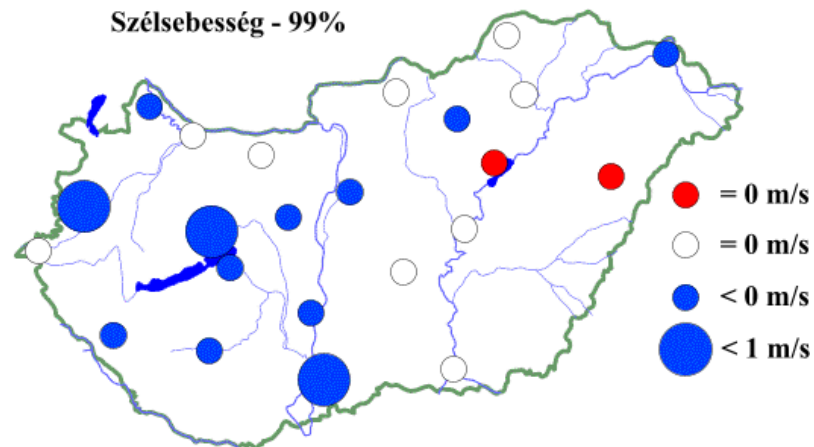
● = 0 m/s
○ = 0 m/s
● < 0 m/s
● < 1 m/s

Szélesebbesség - 95%



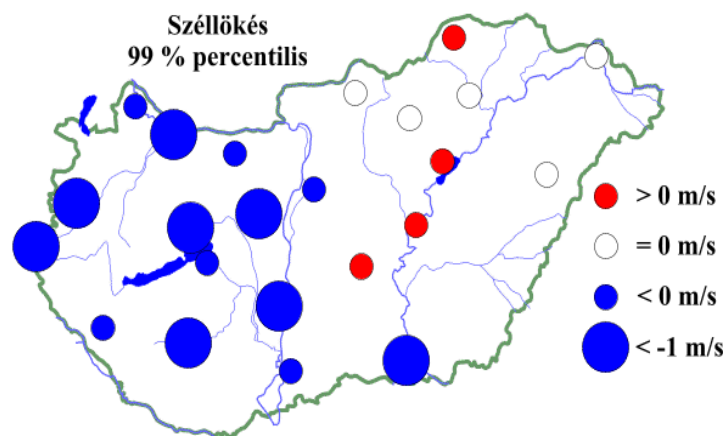
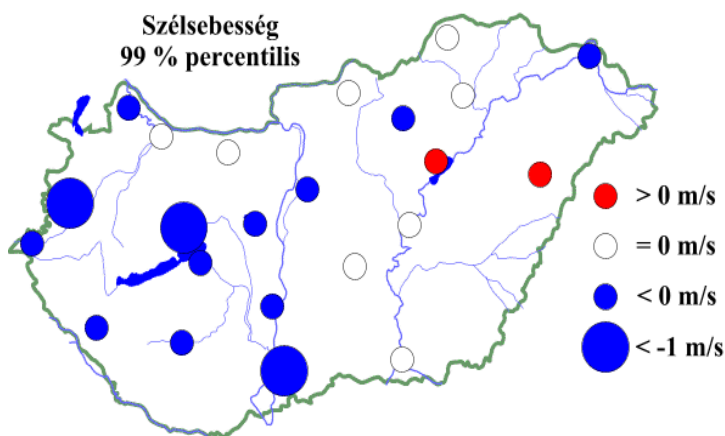
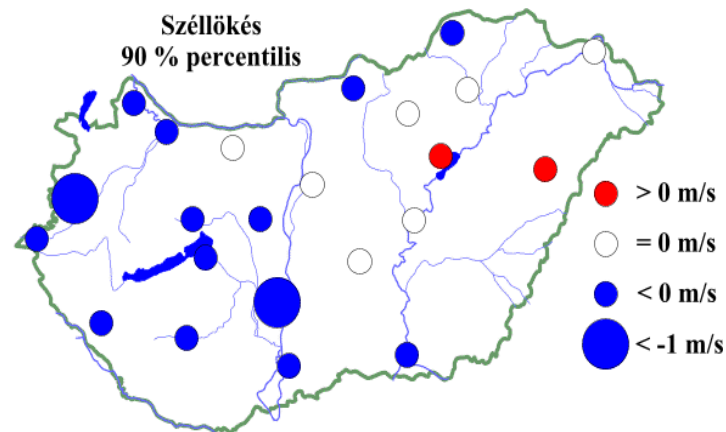
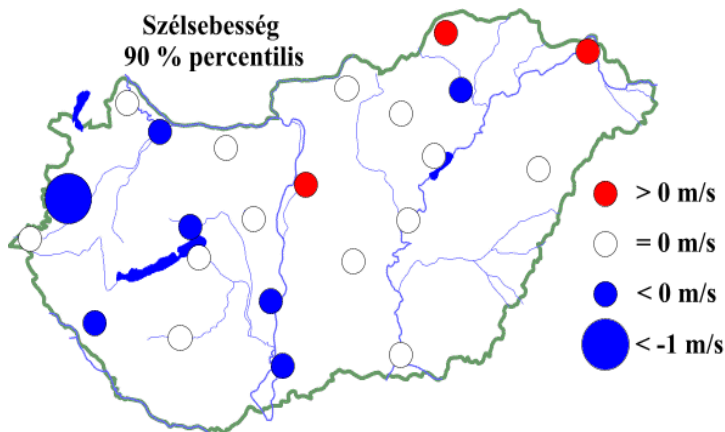
● = 0 m/s
○ = 0 m/s
● < 0 m/s
● < 1 m/s

Szélesebbesség - 99%

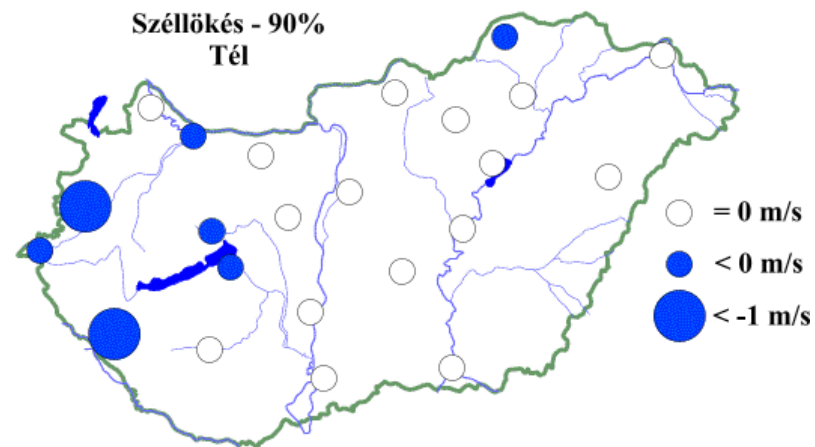
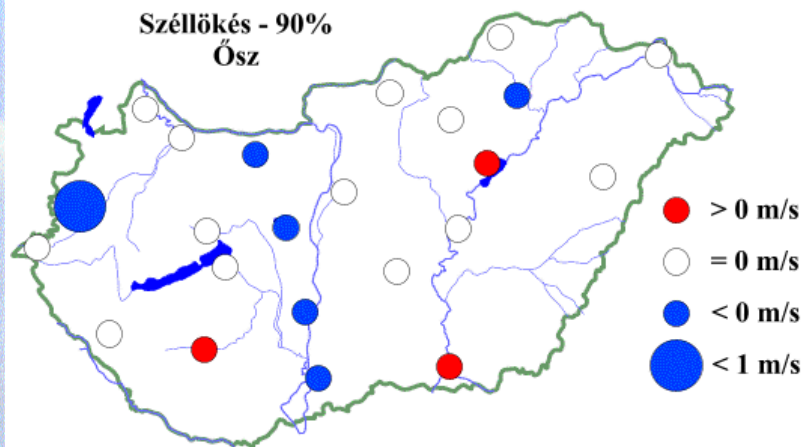
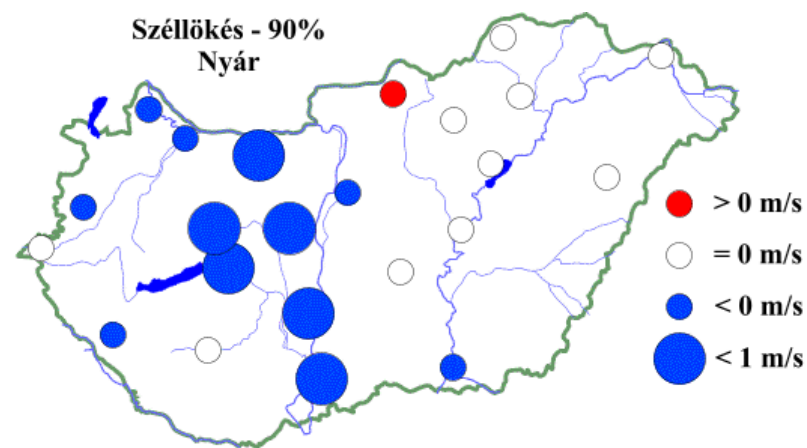
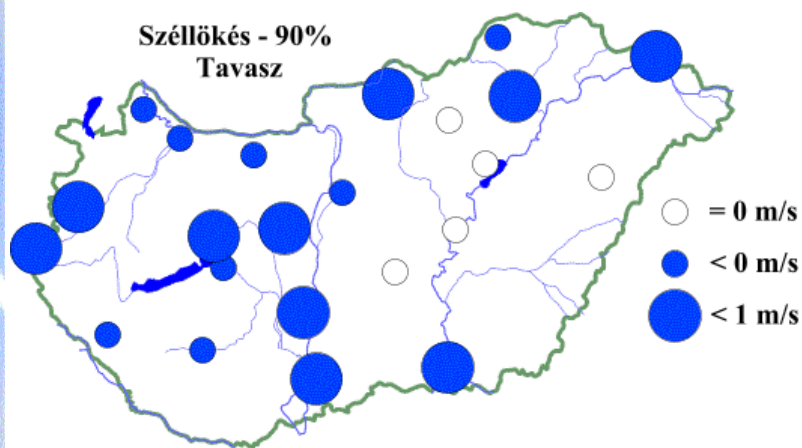
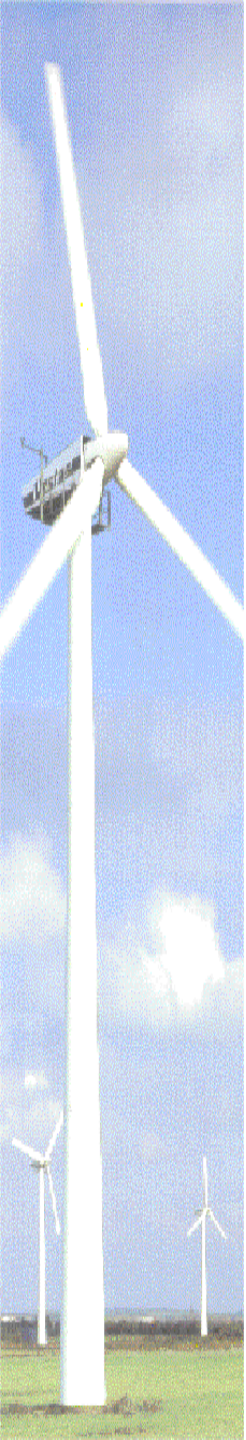


● = 0 m/s
○ = 0 m/s
● < 0 m/s
● < 1 m/s

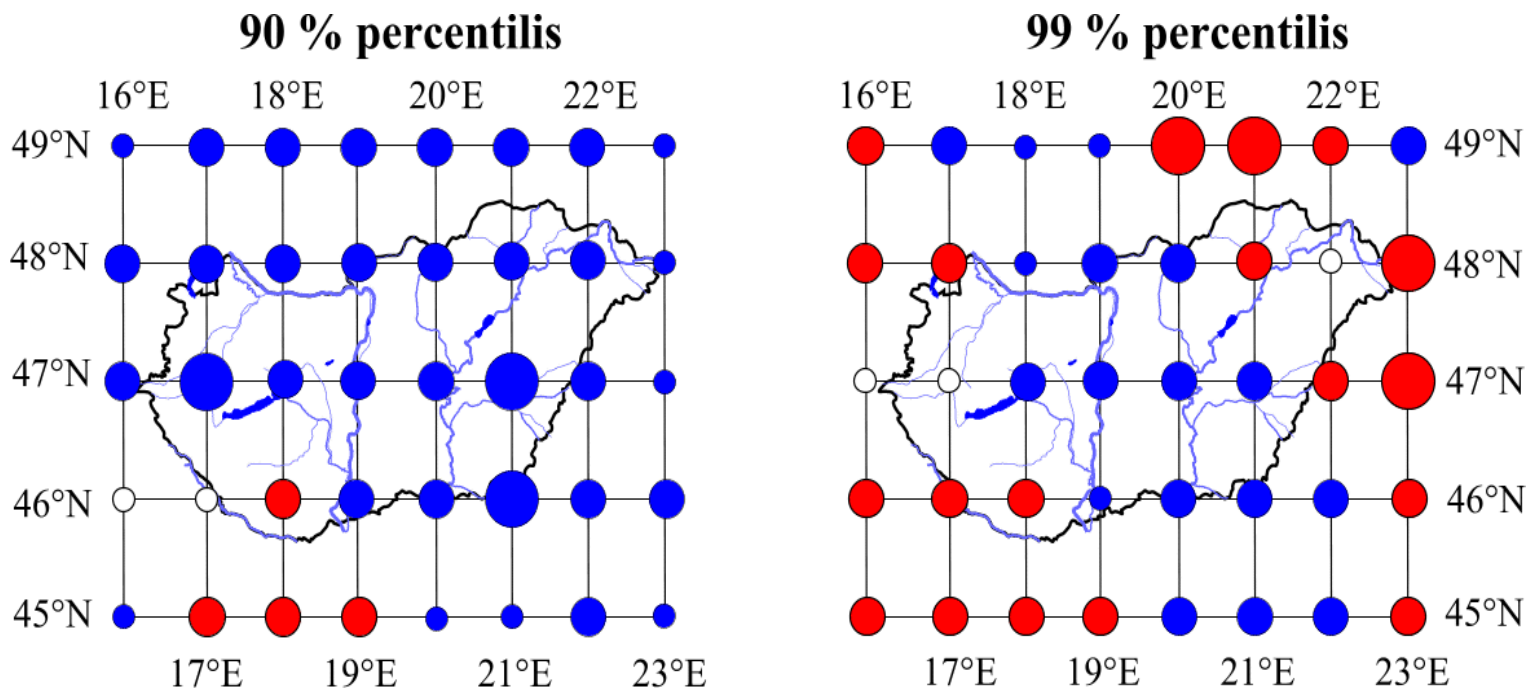
A szélesebbességre és szélőkésre vonatkozó percentilis értékek tendenciájának területi eloszlása hazánkban 1997-2007



A szellőkésre vonatkozó 90% percentilis értékek évszakos tendenciájának területi eloszlása hazánkban 1997-2007



Az ERA-40 szélesség értékeire vonatkozó percentilis értékek tendenciájának területi eloszlása hazánkban 1997-2002



○ > 0.1 m/s

● > 0.5 m/s

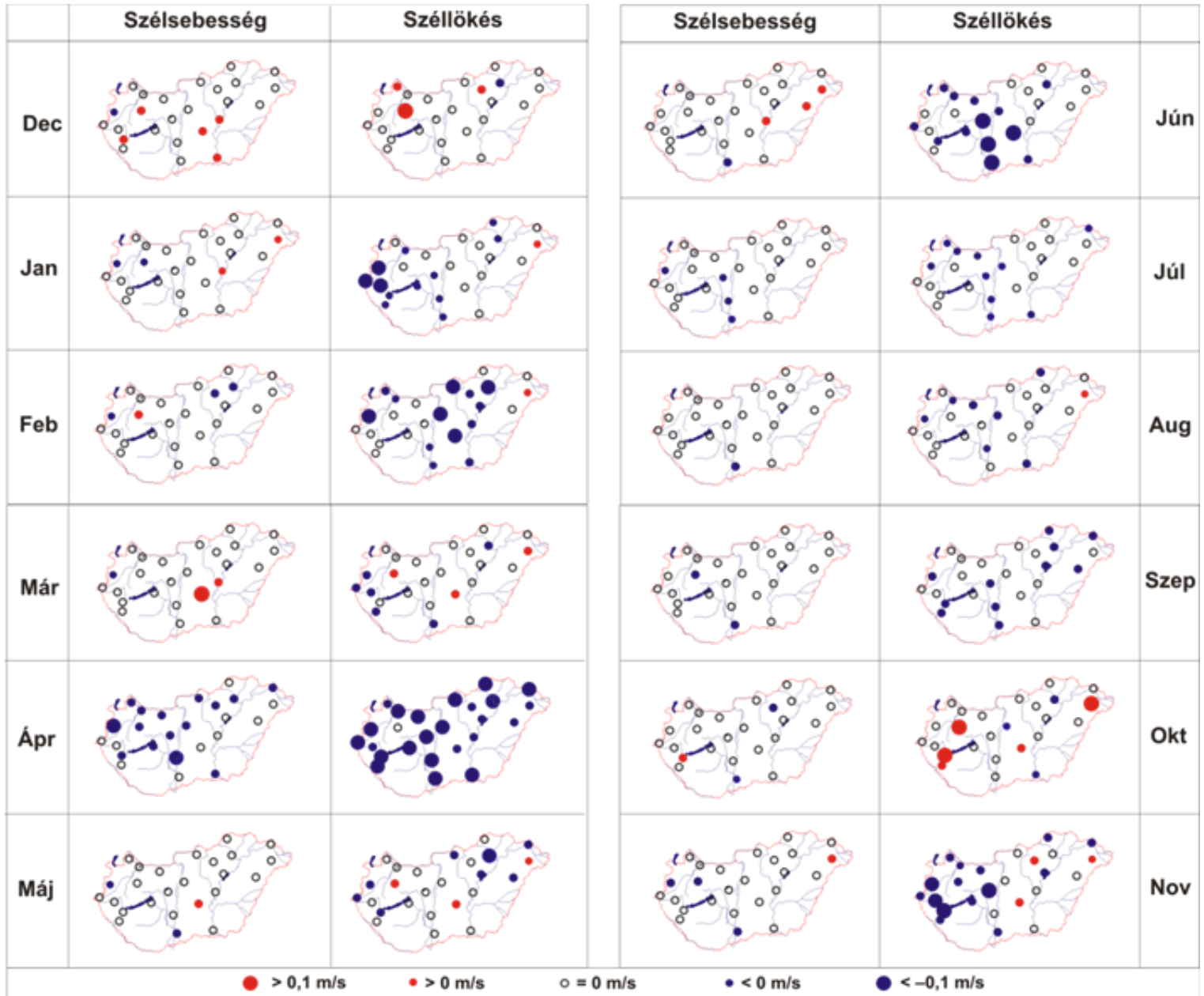
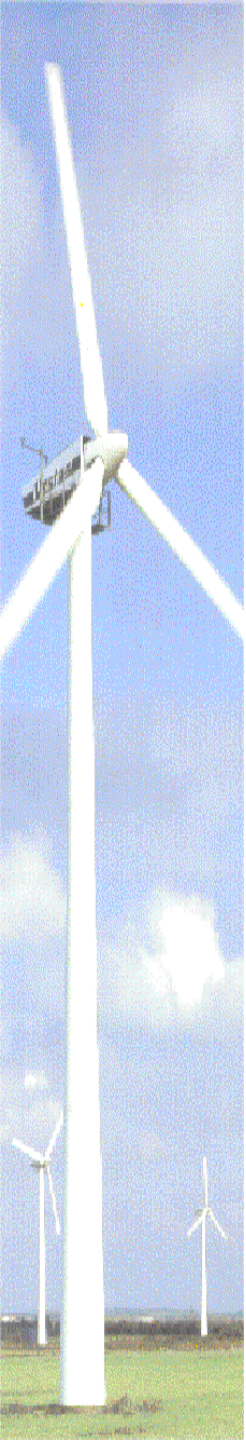
● > 1.0 m/s

● < -0.1 m/s

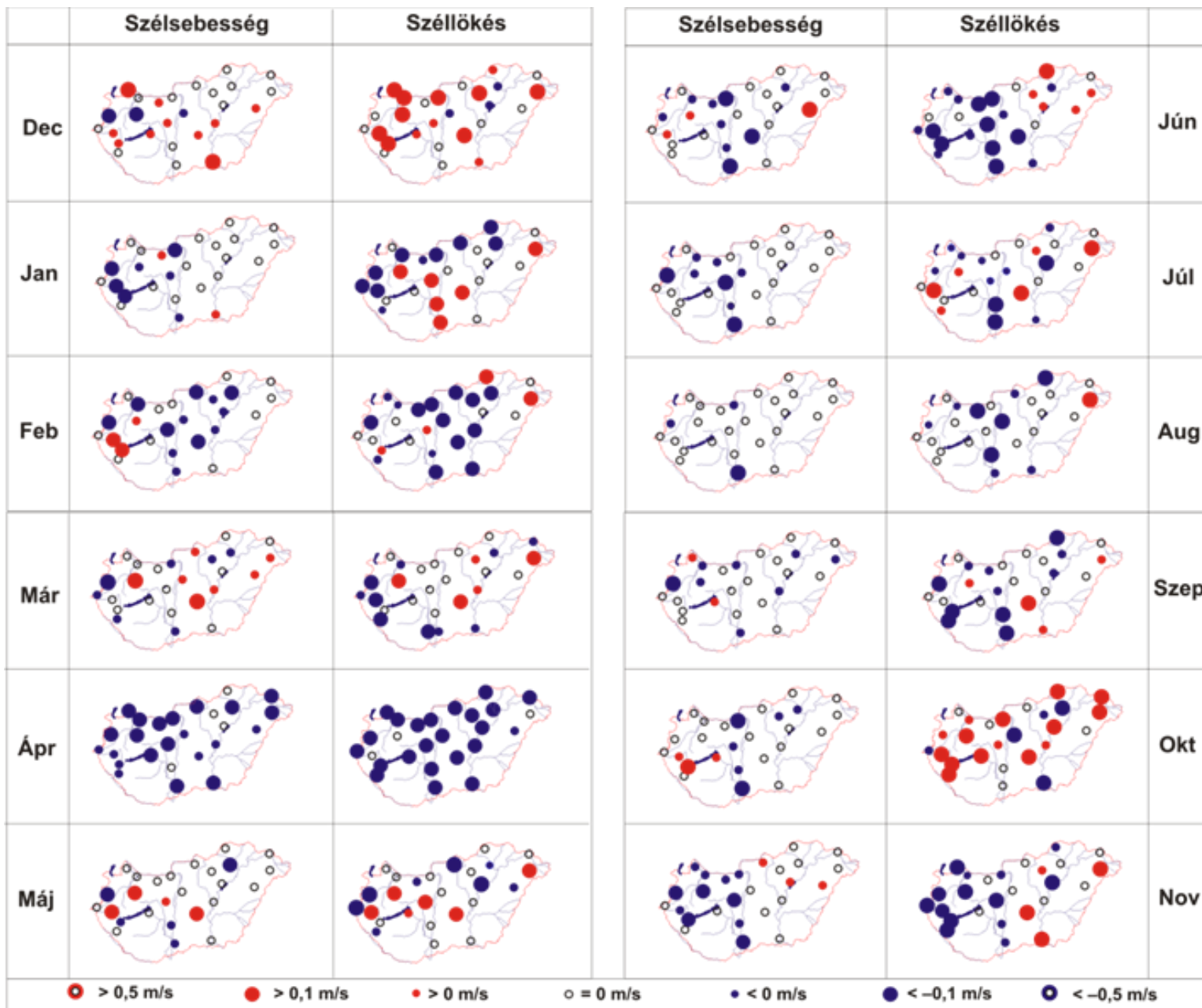
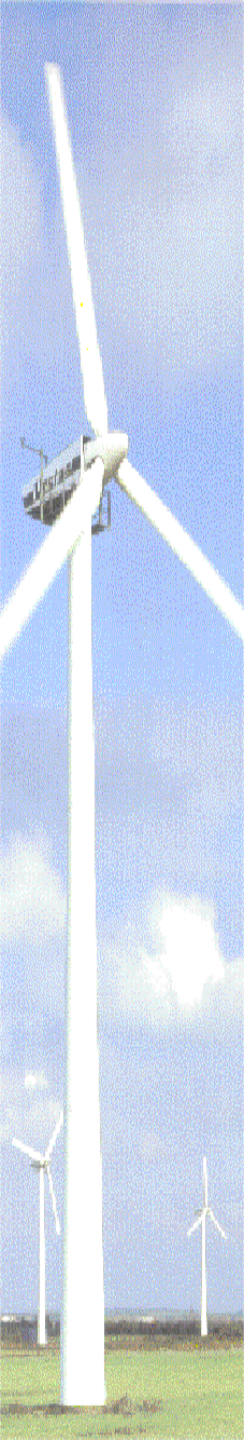
● < -0.5 m/s

● < -1.0 m/s

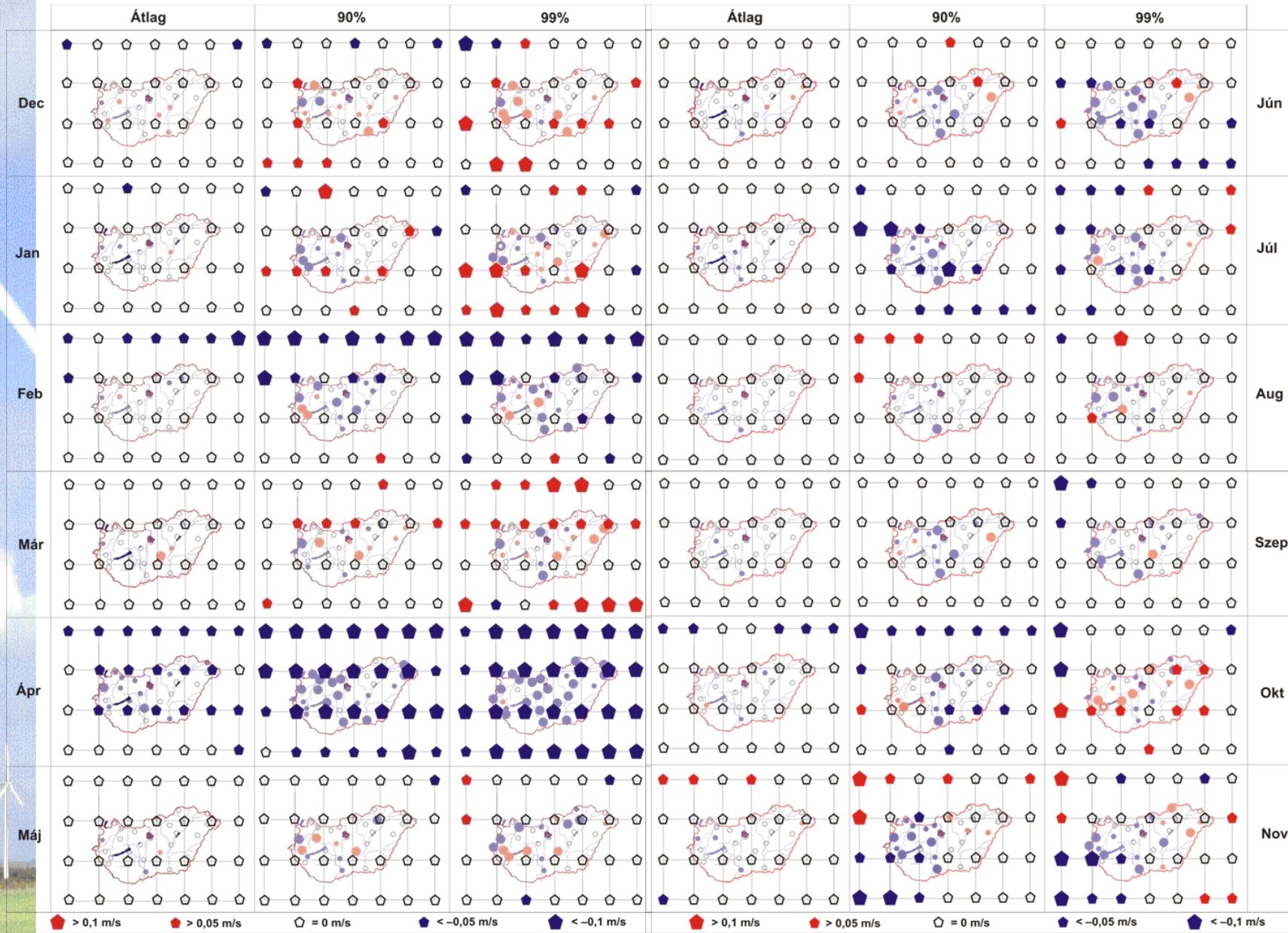
Átlagok tendenciája (1997-2010)



90%-os percentilis tendenciák (1997-2010)



ERA Interim (1997-2010)

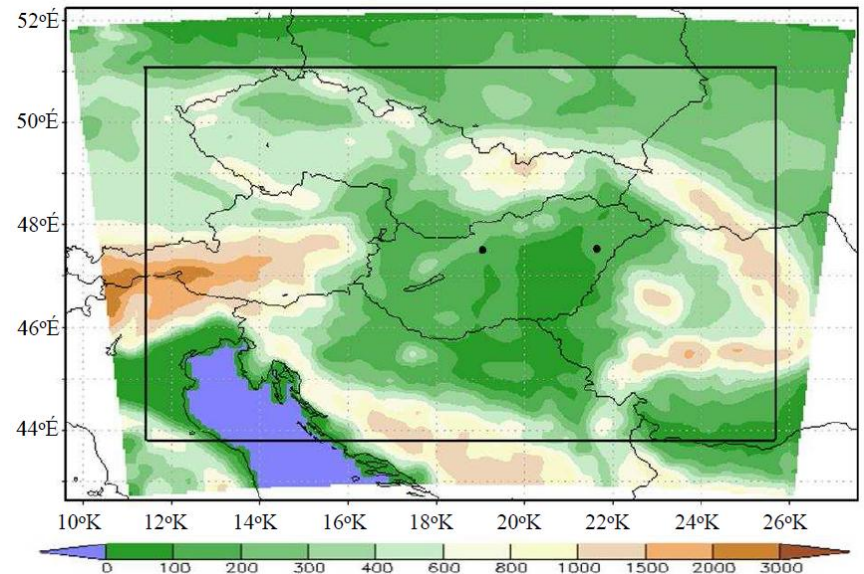


Klímaelemzés

ECHAM5 RegCM3 (2021-2050, 2071-2100; 1961-1990)

- hidrosztatikus regionális klímamodell
- 10 km horizontális felbontás
- 120×100 rácspont, 51,0°É 11,4°K és 43,8°É 25,8°K
- 18 vertikális szint
- A1B globális emisszió scenárió
- kezdeti és határfeltételek az ECHAM5 globális éghajlati modellből

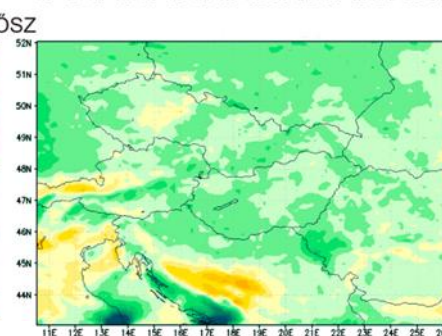
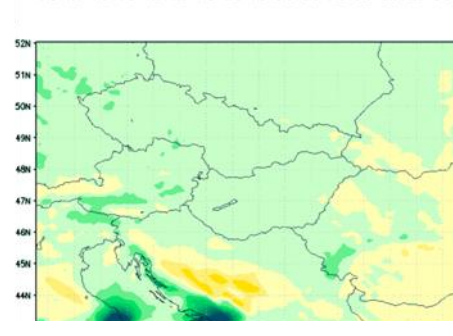
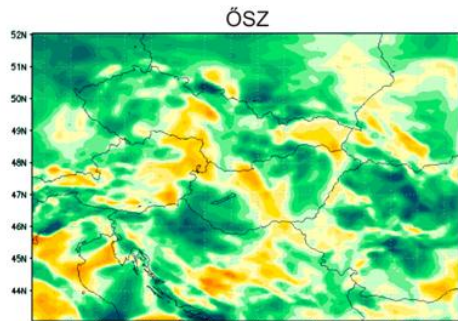
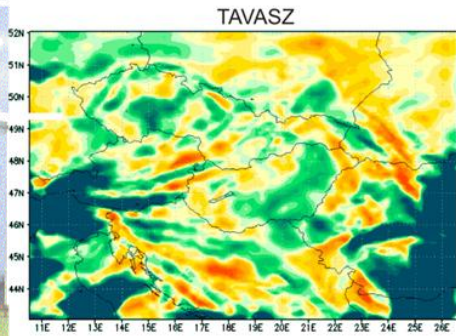
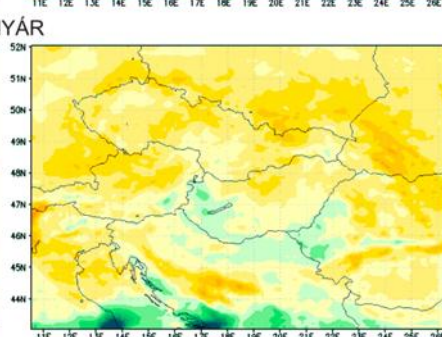
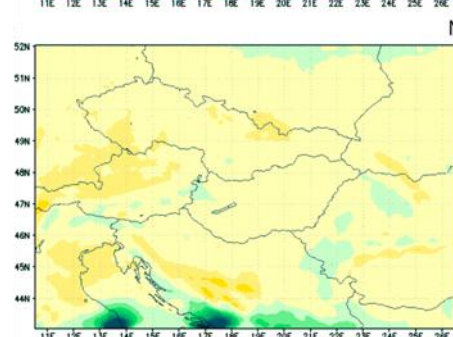
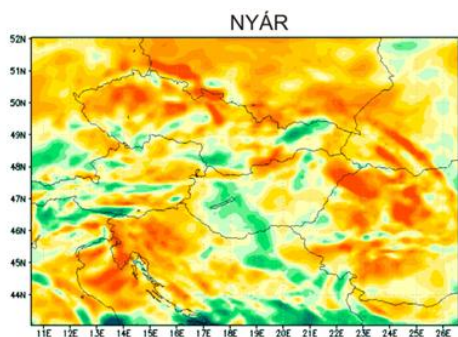
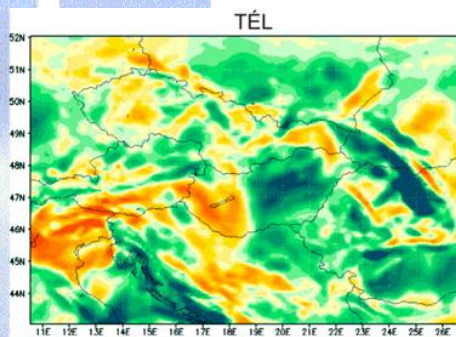
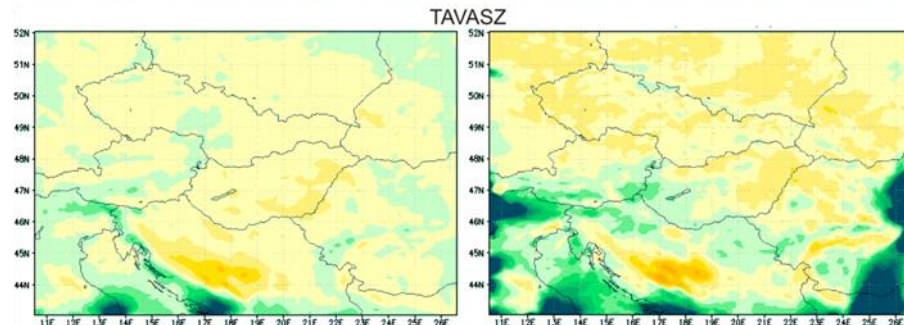
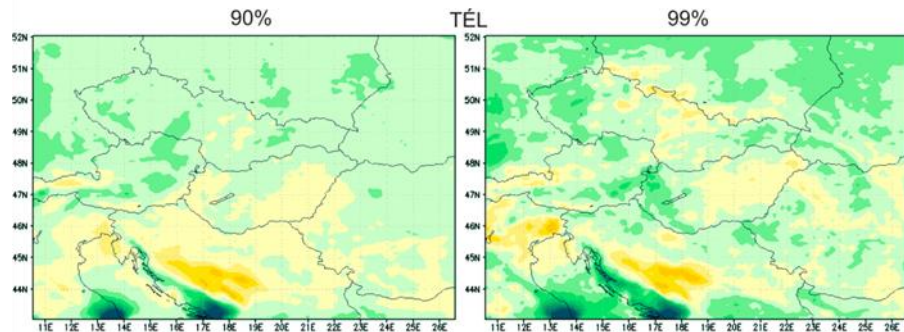
ECHAM RegCM
integrálási tartomány
domborzati térképe
(Torma, 2011)





ECHAM RegCM (2021-2050)

Referencia-időszak:
1961-1990



Tervek, lehetséges kutatási irányok

- Mérési adatsorok homogenizálása → teljes adatsor vizsgálata (1975-2011)
- Felhasznált adatsorok folyamatos bővítése
- Természetes változékonyság vagy klímaváltozás?
- ECHAM RegCM:
 - 2071-2100
 - referencia időszak kiterjesztése: 1991-2000, ERA 40
 - havi és évszakos változások
 - extrém indexek





Köszönöm a figyelmet!