

A SZÉL ENERGIÁJA MAGYARORSZÁGON

Dr. Tar Károly

***Debreceni Egyetem Meteorológiai
Tanszék***

&

Magyar Szélenergia Társaság

1. **Bevezetés**
2. **Történeti áttekintés**
3. **A hazai szélenergia-kutatás meteorológiai vonatkozásai**
4. **Mennyi van? Meteorológiai adatbázison alapuló *becslési módszerek* hazánk potenciális szélenergiájára.**
 - **Közelítő/spekulatív becslések**
 - **Statisztikai becslések a meteorológiai állomások széladataiból**
 - Éghajlati célú feldolgozások alapján**
 - Energetikai célú feldolgozások alapján**
 - **Relatív mennyiségek: a szélirányok relatív energiatar-
talma**
 - **Relatív mennyiségek: A napi átlagos fajlagos széltelje-
sítmény becslése csúszó átlagolással**
 - **A szélesség magasságtól való függésének becslése**
 - **Numerikus becslés: A napi átlagos fajlagos széltelje-
sítmény becslése közelítő függvénnyel**
 - **Modell-becslések**
 - **Energetikai szélmérések**
5. **Mire használjuk? Példák a kisüzemi hasznosításra.**
6. **Miért használjuk? Szélenergia és klímavédelem.**

1. Bevezetés (cím magyarázat)

A szélenergia kihasználásának kérdése *meteorológiai és műszaki* probléma. A szél légköri energiaforrás, ezért tehát szélenergia minden vonatkozásban igen szoros kapcsolatban van a légkör tudományával, a *meteorológiával*. Erre próbáltam utalni a címmel, és arra, hogy a téma kifejtése most elsősorban meteorológus szempontból történik. Bizonyítandó, hogy *a meteorológusok tisztában vannak azzal a felelősséggel, ami a légköri erőforrások feltárásában és hasznosításában rájuk hárul.*

2. Történeti áttekintés: Magyarországon van kihasználható szélenergia.

Magyarországon a török hódoltság után jelentek meg nagyobb számban a szélmalmok, bár helyenként már a 15. században is előfordultak. Elterjedésük azonban csak a 17. században vált általánossá, a legtöbb szélmalmot viszont hazánkban 1866. és 1885. között építették

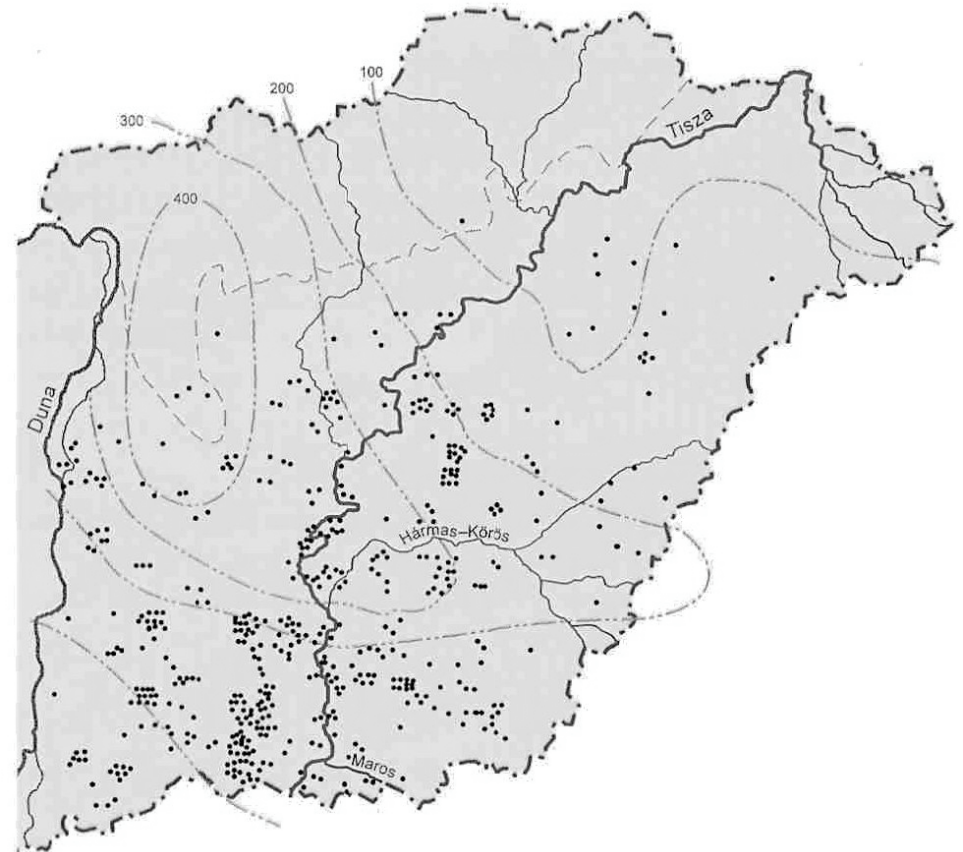
Számuk így alakult:

- 1863-ban 475,**
- 1873-ban 854,**
- 1885-ben 650,**
- 1894-ben 712**
- 1906-ban 691**

(Bárány, Vörös és Wagner, 1970).

A 19.sz. végén, a 20. sz. elején az ország szélmalmainak több mint 95 %-a az Alföldön helyezkedett el (ábra, Keveiné Bárány I., 1991), ami önmagában is elegendő bizonyíték arra, hogy hazánknak ezen a táján is van elegendő hasznosítható szélenergia.

- **A térkép egyértelműen mutatja azt is, hogy a szélmalmok többsége a Dél-Alföldön található, ami arra utal, hogy a szélviszonyok leginkább itt feleltek meg a nem túl magasan elhelyezett, kb. 20 kW teljesítményű szélmalmok működési feltételeinek. Az egykori szélmalmok helyei tehát a vizsgálatok szerint (Keveiné Bárány I., 2000) pontosan kijelölik azokat a térségeket, ahol minden valószínűség szerint gazdaságos szélenergia kitermelés lehetséges.**

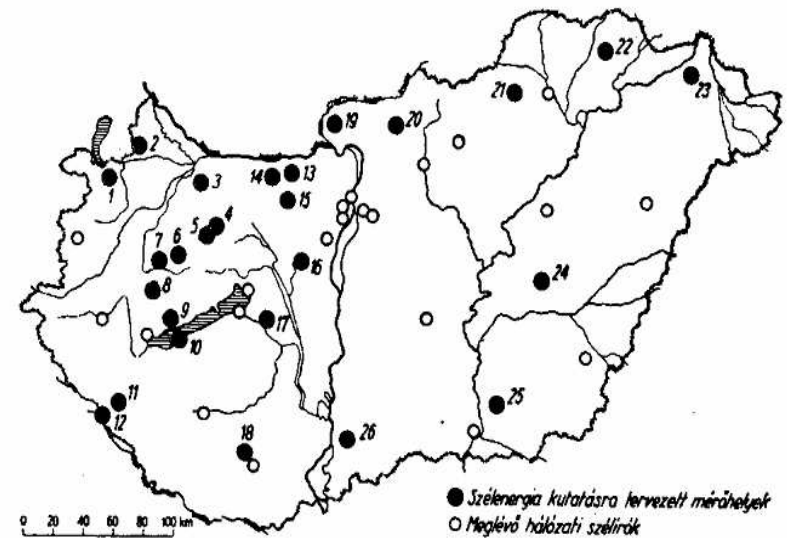


3. A hazai szélenergia-kutatás meteorológiai vonatkozásai

A hazai meteorológiai irodalmat áttanulmányozva nagy valószínűséggel állíthatjuk, hogy *Steiner* (1923) volt az első, aki a szélesebség megfigyeléseket a szélenergia szempontjából vette vizsgálat alá Túrkeve és Ógyalla több éves adatsorából.

A meteorológusok feladatát a szélenergia kutatásban először *Czelnai L.* (1953) fogalmazta meg: a legelőnyösebb helyek kiválasztása és a műszaki szakemberek tájékoztatása a várható szélenergia mennyiségéről.

Kakas és Mezősi (1956)
vállalkoztak először arra, hogy kiemeljék a magyarországi szélenergia kutatás legfontosabb mozzanatait. Ezután - felhasználva a Meteorológiai Intézet szélírójának kényszerű magasságváltoztatását – megvizsgálták az átlagos szélesebesség és a szélút vertikális változását. Eredményeik arra hívták fel a figyelmet, hogy a kiemelkedő tereppontokon – még a Kárpát-medence áramlási viszonyai mellett is – komoly eredményekre lehet számítani a szélenergia kitermelése szempontjából. Szerintük 26 új szélmérő állomás 2-3 éven át történő működtetésére lenne szükség ahhoz, hogy a szélenergiát meteorológiai oldalról kielégítő pontossággal fel lehessen mérni. (ábra)



A szélenergia-kutatás szempontjából javasolt mérőhelyek és a meteorológiai állomáshálózat az ötvenes években (Kakas és Mezősi, 1956)

Az utóbbi évtizedekben megjelentek olyan meteorológiai tanulmányok is, amelyek a hasznosíthatóság elvi kérdéseivel foglalkoznak.

Czelnai R. (1978) megadta annak a kutatási programnak a vázlatát, amellyel a hazai meteorológiai kutatóbázisok az ország természeti erőforrásainak - így a szélenergiának is – feltárását tervezik.

Ambrózy és Tárkányi (1981) az energiagazdálkodással összefüggő meteorológiai kérdések taglalásakor megadja azt a három irányt, amelyekben a szélenergia felméréséhez el kell indulni. Ezek: a jelenleg meglévő éghajlati adatbázis alapján tartamgyakoriságok számítása, toronymérések végzése, határréteg vizsgálatok és modellszerkesztés.

Major (1982) szerint is sokkal többről van szó tehát, mint az átlagok, szélsőértékek vagy a gyakoriságok ismertetéséről. A nap- és szélenergiával működő berendezések üzemeltetőinek, a felhasználóknak jogos igénye lesz a várható energiahozam néhány napos vagy hetes előrejelzése is. Idézi a kutató szakemberek véleményét: 10 éven belül derül csak ki, mekkora részzel szerepel a szélenergia a gazdasági szintű energiatermelésben.

Ambrózy, Tárkányi és Dévényi (1984) a különböző erőforrások felhasználásának anyagi ráfordításait és termelési értékeit is elemzi. Megállapították, hogy a légköri erőforrások direkt módon való (aktív) igénybevételekor az energiatermelés a 80-as évek elején még nem gazdaságos, de a technológia ebben az irányban fejlődik.

Major (1984) szerint a kihasználható szélenergia mennyisége jóval kisebb, mint a napsugárzásé, hasznosításának technológiája is fejletlenebb. A 80-as évek elején intenzív kutató-fejlesztő munka folyt abból a célból, hogy a hagyományos forrásokat sokszorozó hasznosítási módokat találjunk.

Az elmúlt 15-20 év alatt bebizonyosodott, hogy meteorológusaink elég jól prognosztizálták ez a folyamatot is. Igaz, hogy Magyarországon a 10 évből 20 év lett (vagy több), de ha elolvassuk pl *Heier et al.* (2000), *Zegers* (2001) és *Zervos* (2001) nemzetközi fórumokon kifejtett gondolatait, akkor látható, hogy az alapvető tendenciákban nem tévedtek. Ezek ugyanis a következők:

„A szélteljesítmény pontos előrejelzése.....a szélenergia piaci értékét döntően megemelheti.”

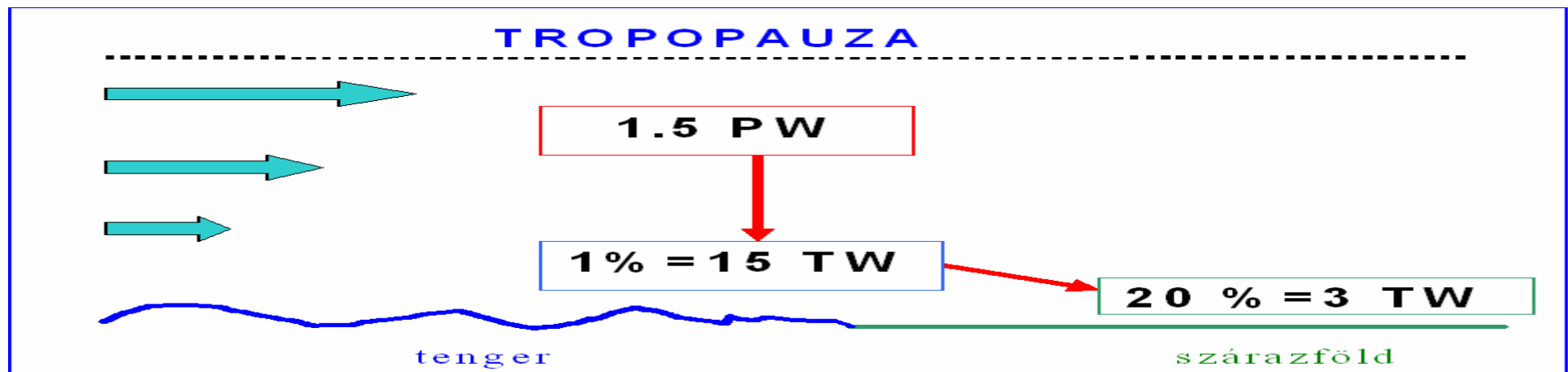
„Az európai gyakorlat azt mutatja, hogy a szélenergia kitermelése egy megbízható és költség-hatékony technológiát jelent a CO2 kibocsátás csökkentésére és új munkalehetőségeket is teremt.”

Ha pedig kézbe vesszük az EWEA *A szélenergia hasznosításához készült legjobb európai irányelvek* c. kiadványát akkor kiderül, hogy a nagyteljesítményű, elektromos áramot termelő szélerőművek helyének kiválasztása igen komoly *klimatológiai, műszaki, gazdasági és környezetvédelmi* megfontolásokat igényel.

4. Mennyi van? Meteorológiai adatbázison alapuló becslési módszerek hazánk potenciális szélenergijára.

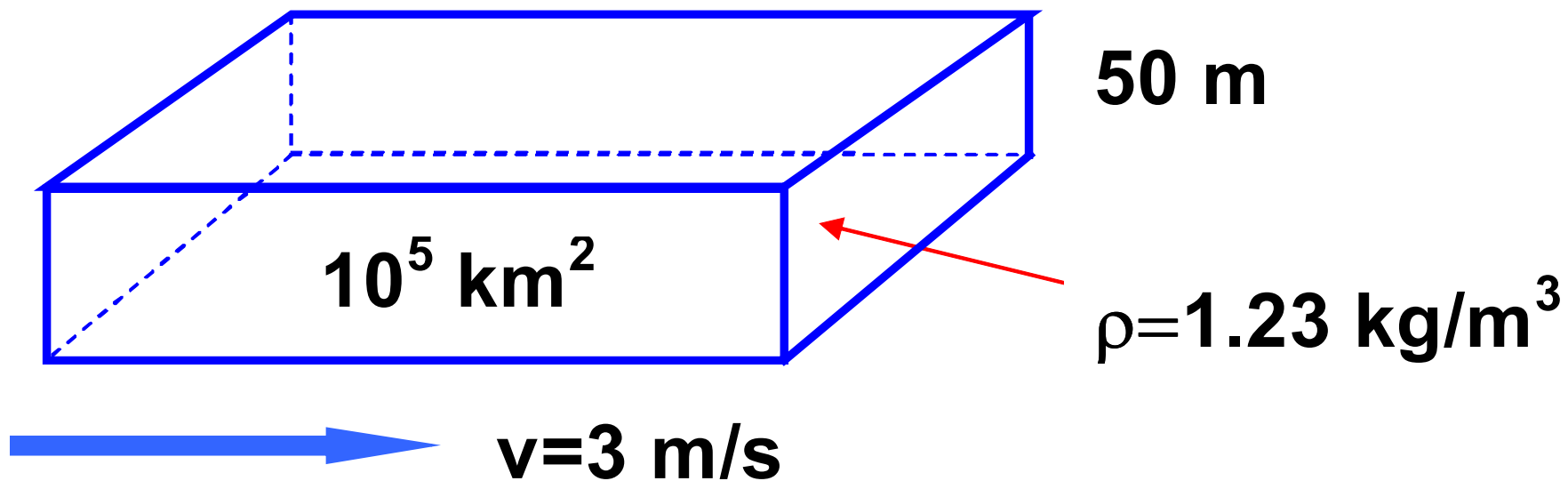
➤ Közelítő becslések:

Vajda (1999): A légmozgásokban megtestesülő mozgási energia a légkör (~troposzféra) teljes energiájának csupán kis része, hatalmas teljesítményt, **1.5 PW-ot** képvisel. Gyakorlati kiaknázásra azonban természetesen csak az alsó 100-200 m-es réteg jöhet számításba, vagyis mindössze 1 %, azaz **15 TW**. Ennek 20 %-a, **3 TW** jut a szárazföldre. **A gondolatot tovább folytatva ebből az következik, hogy hazánk területére – ami az összes szárazföld (149 millió km²) területének kb. 0.6 ezreléke - 1.8 GW szélteljesítmény esik.**



Tegyük fel, hogy hazánk alapterülete egy 10^5 km^2 területű téglalap, amely fölött 50 m-es magasságig a levegő 3 m/s átlagsebességgel áramlik (a levegő sűrűsége 1.23 kg/m^3)

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m v^2, m = \rho V, E_{\text{kin}} \approx 277 * 10^{11} \text{ J}$$



Koppány (1989):

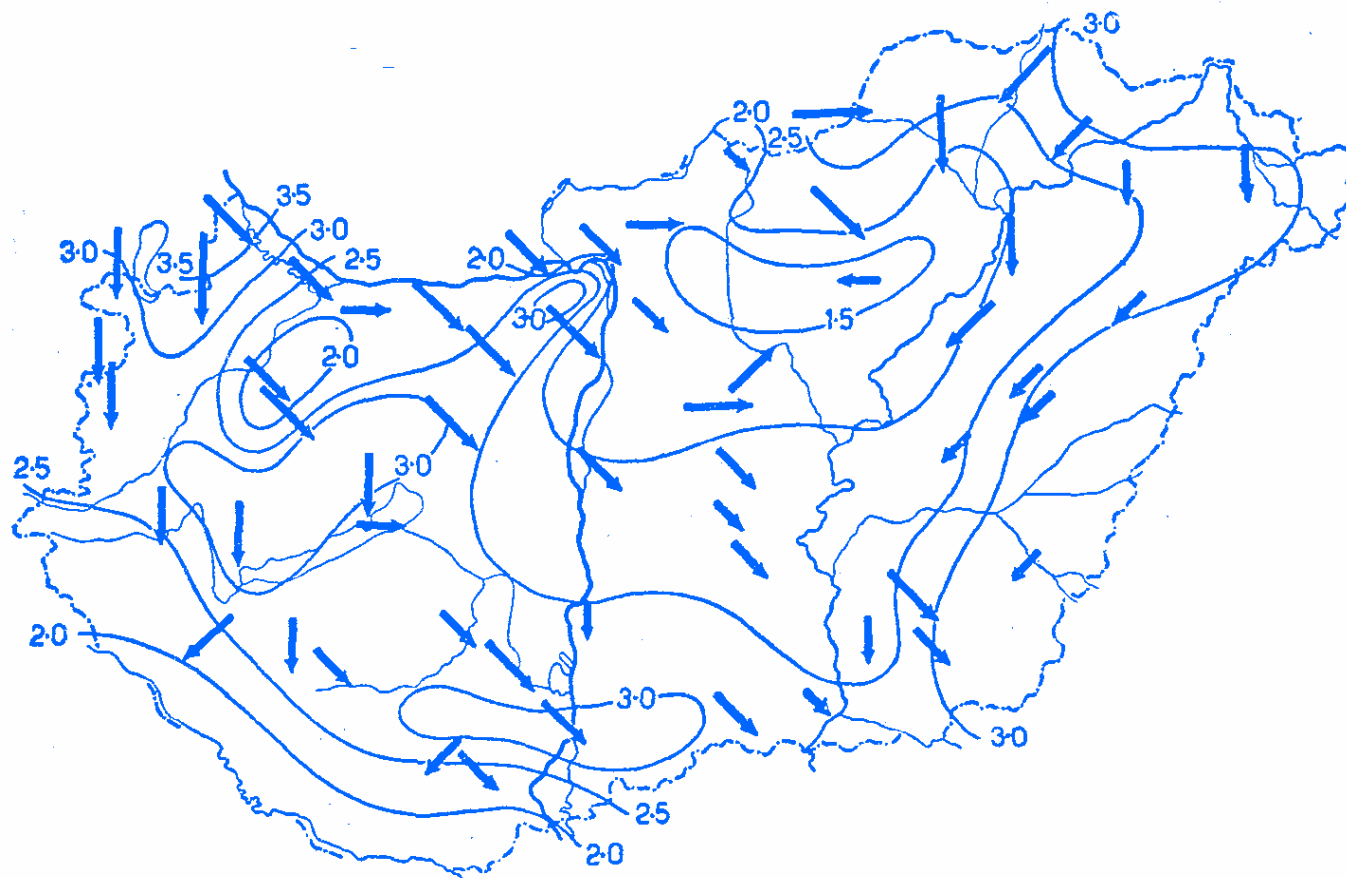
A budapesti magas légköri megfigyelések alapján (1929-1953) meghatározott átlagos szélesség és a normál légkör sűrűségének magasság szerinti változásaiból arra következtetett, hogy egy *500 m magas dombtetőn mintegy 11-szer nagyobb fajlagos szélteljesítmény nyerhető, mint a síkságon*, még akkor is, ha a domborzatnak a szélességre gyakorolt hatásától (a levegőtrajektóriák összetartása) eltekintünk.

Feltevése és számítása szerint Magyarország 500 m-t elérő vagy meghaladó olyan területe, amely alkalmas szélgépek telepítésére kb. 10 km², ahová **4000 szélerőművet állíthatnánk fel, amelyek együttes energiatermelése 3220 MWh/nap (100 m² rotor-felülettel és 30 %-os hatásfokkal számolva). Ez összesen **1.18*10⁶ MWh/év**, ami az ország villamos energia fogyasztásának kb. **3 %-a** az 1986-os adatok alapján. Valószínű, hogy ez az arány most is kb. ennyi, mert az energiafogyasztással együtt nőtt a szélerőművek teljesítménye is.**

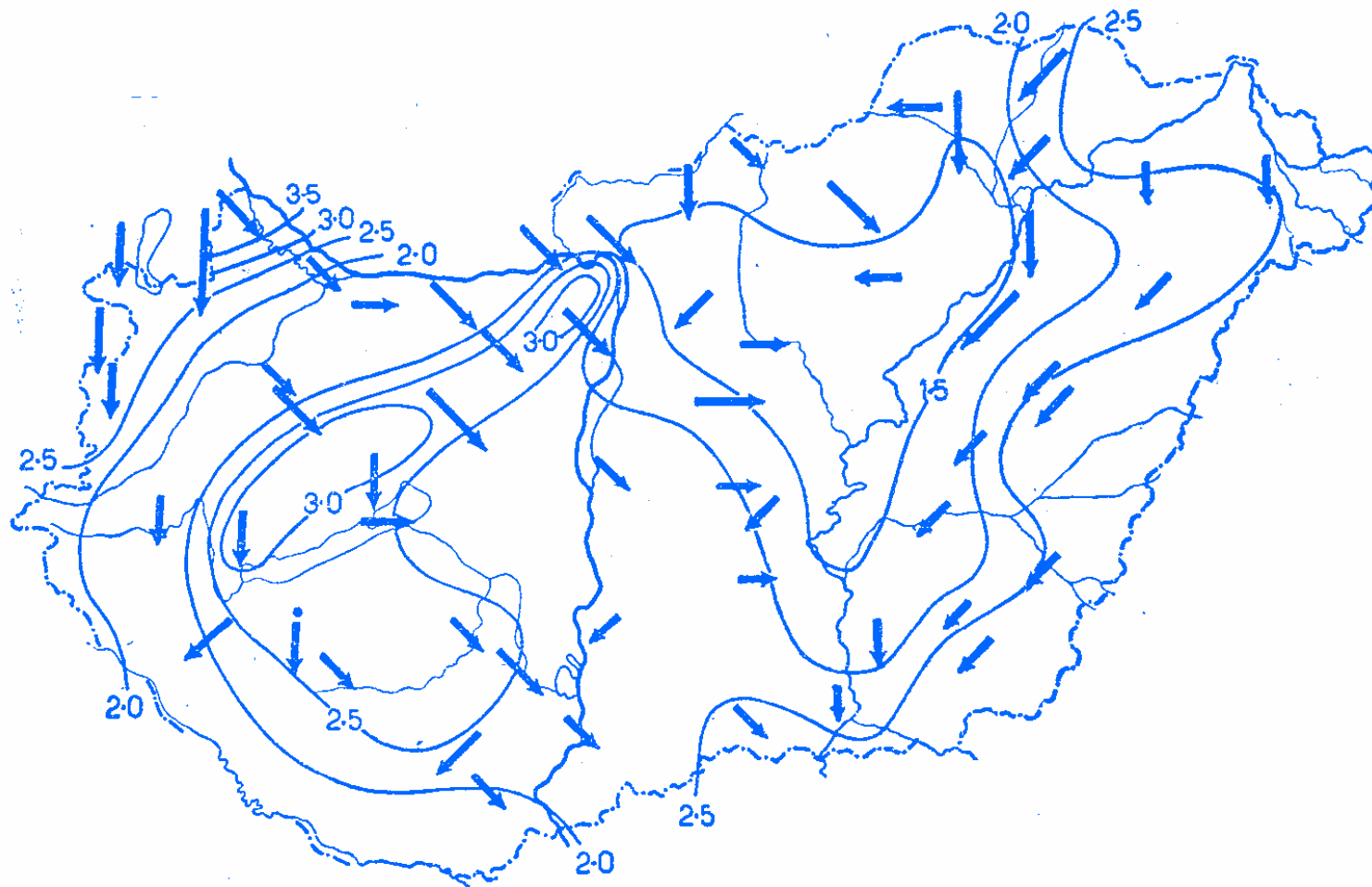


Statisztikai becslések a meteorológiai állomások széladataiból

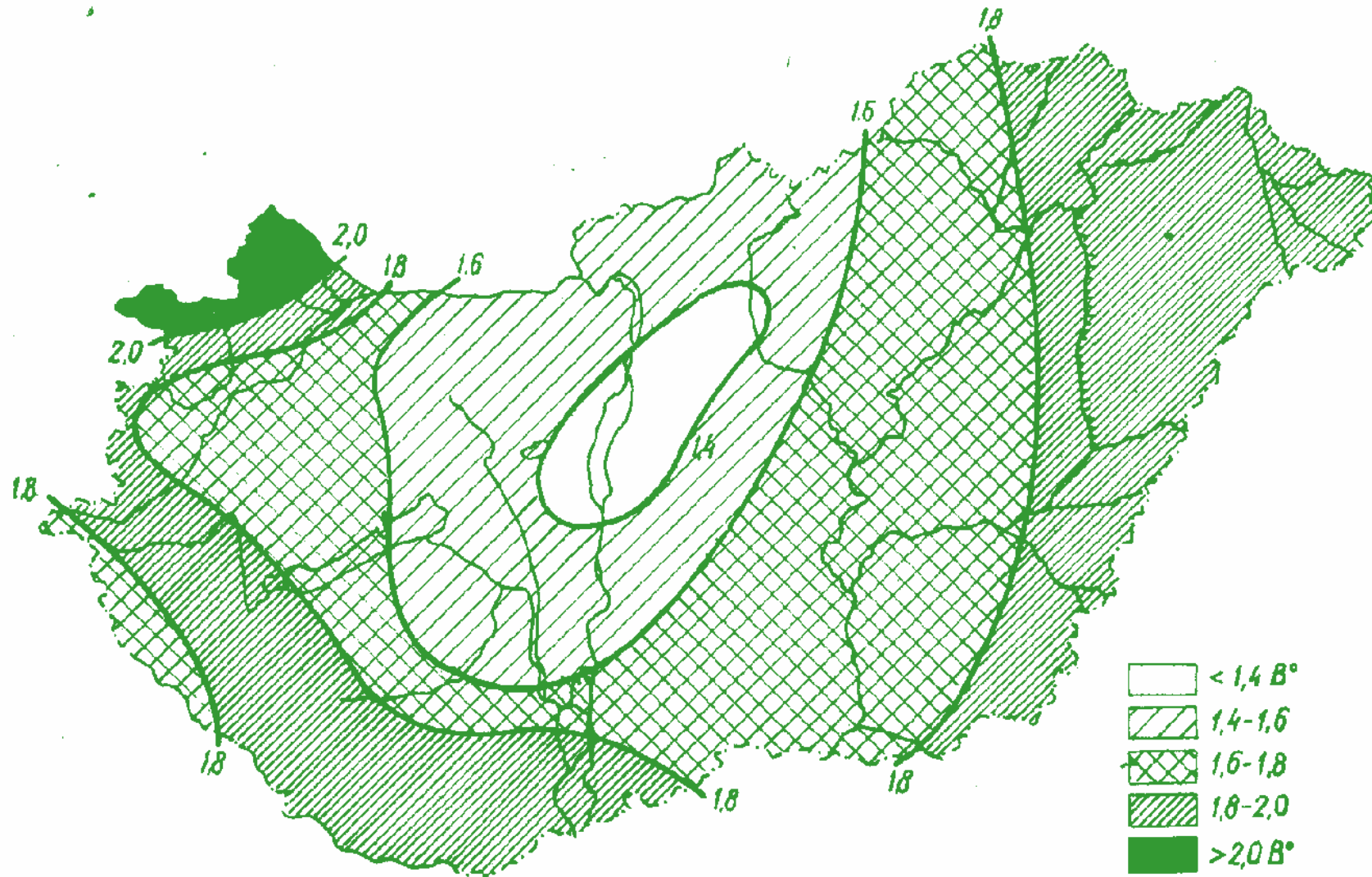
Éghajlati célú feldolgozások alapján



Az uralkodó szélirányok és az átlagos szélesség területi eloszlása 14 Magyarországon a téli félévben (Kakas nyomán Dobosi és Felméry, 1971)



Az uralkodó szélirányok és az átlagos szélesebesség területi eloszlása Magyarországon a nyári félévben (Kakas nyomán Dobosi és Felméry, 1971)



*A szélerősség évi középértékeinek területi eloszlása
(B° , 30 évi átlag, Bacsó nyomán Dobosi és Felméry, 1971)*

Bartholy – Radics – Bohoczky (2003):

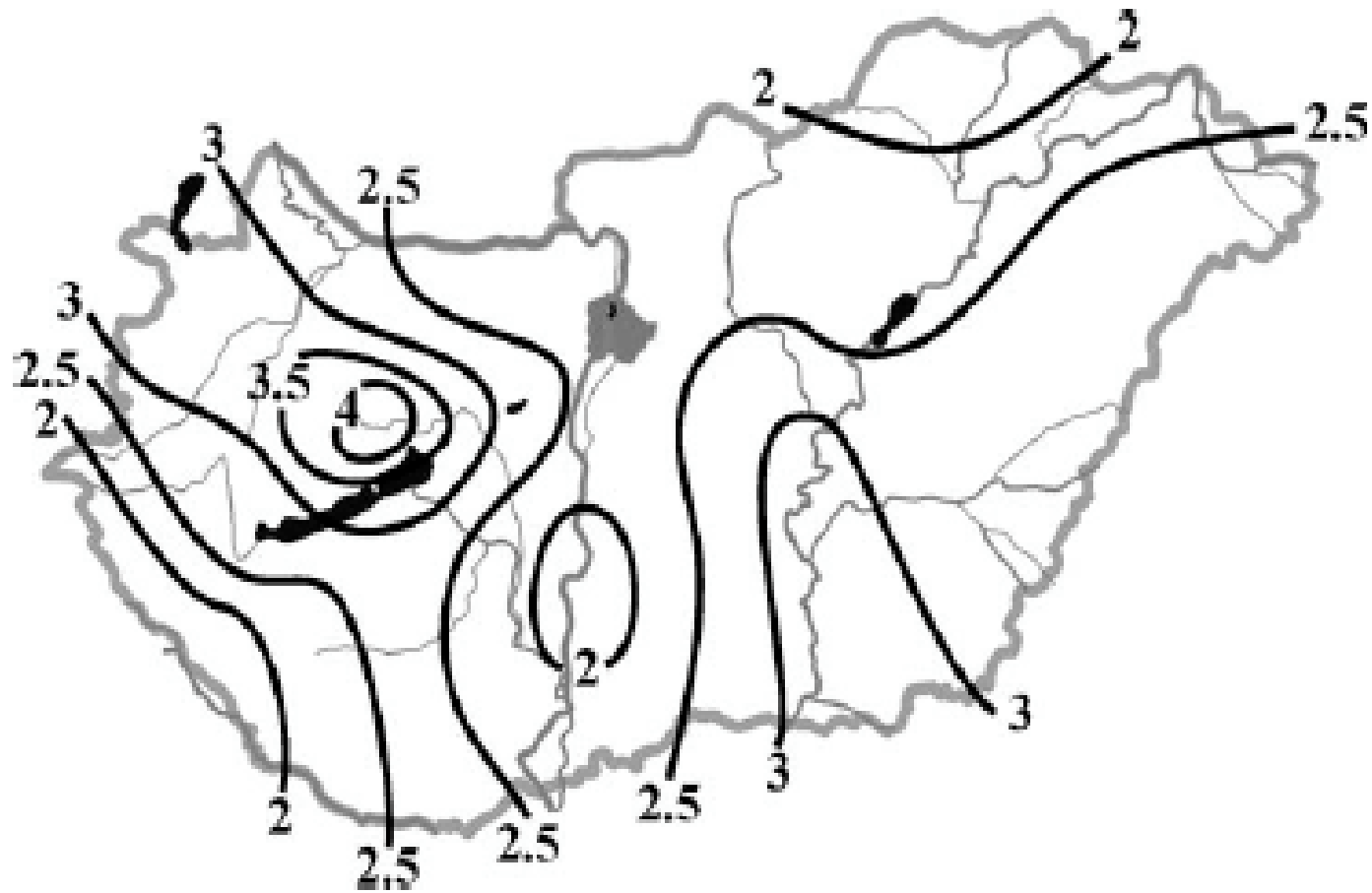
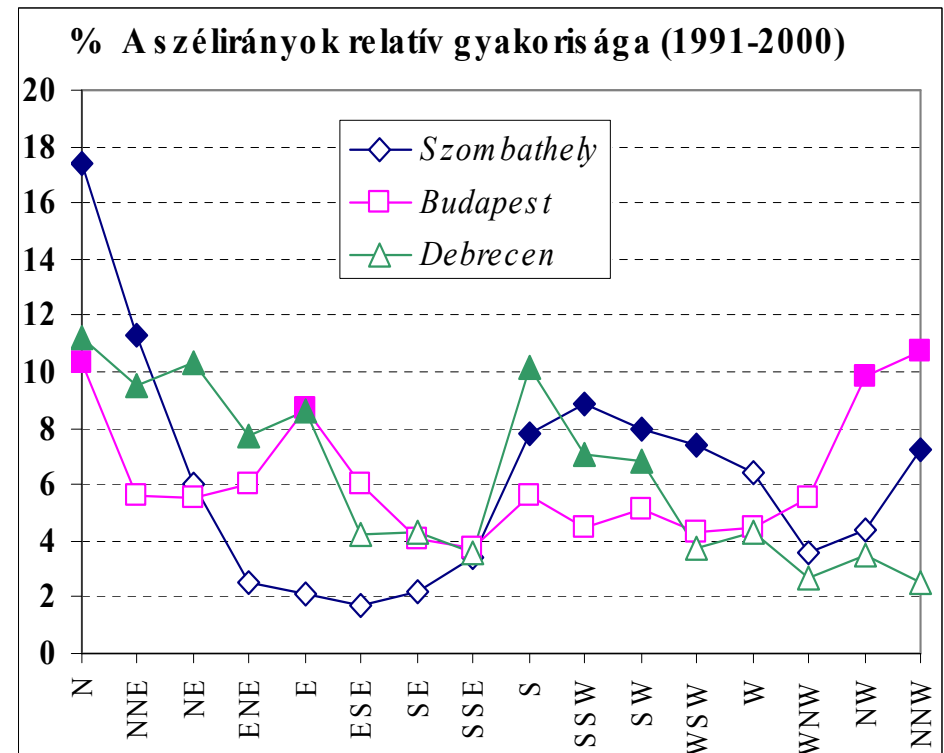
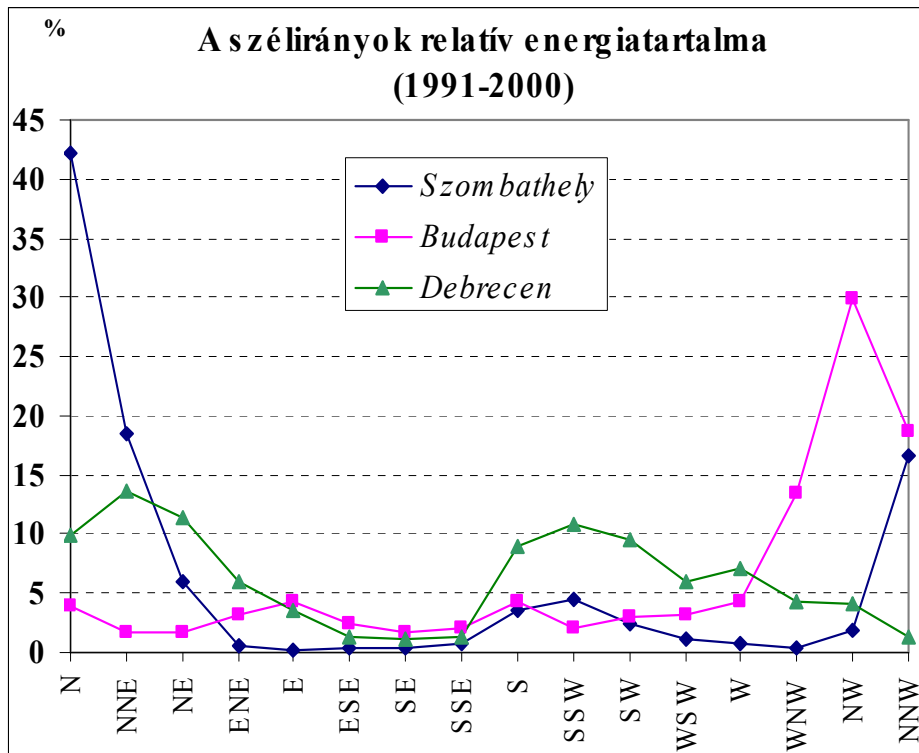


Fig. 1. Spatial distribution of mean wind speed (m s^{-1}) over Hungary.

Energetikai célú feldolgozások alapján

A magyarországi szélenergia kihasználásának egyik igen komoly gátja az ún. széltérképek hiánya. Ezek megszerkesztéséhez azonban az országot egyenletesen sűrűn lefedő energetikai szélmérésekre van szükség. Ennek feltételei közül hazánk automata meteorológiai állomáshálózata kettőnek kiválóan megfelel: viszonylag egyenletesen és megfelelő sűrűséggel helyezkednek el, valamint hosszú idejű mérési sorozattal rendelkeznek. Adódik a kérdés: *hogyan lehetne ezt a nagy tömegű, rendszeresen ellenőrzött és korrigált adathalmazt a szélenergia kutatás szolgálatába állítani, a potenciális szélenergia meghatározásához felhasználni?*

Relatív mennyiségek: szélirányok relatív energiatartalma



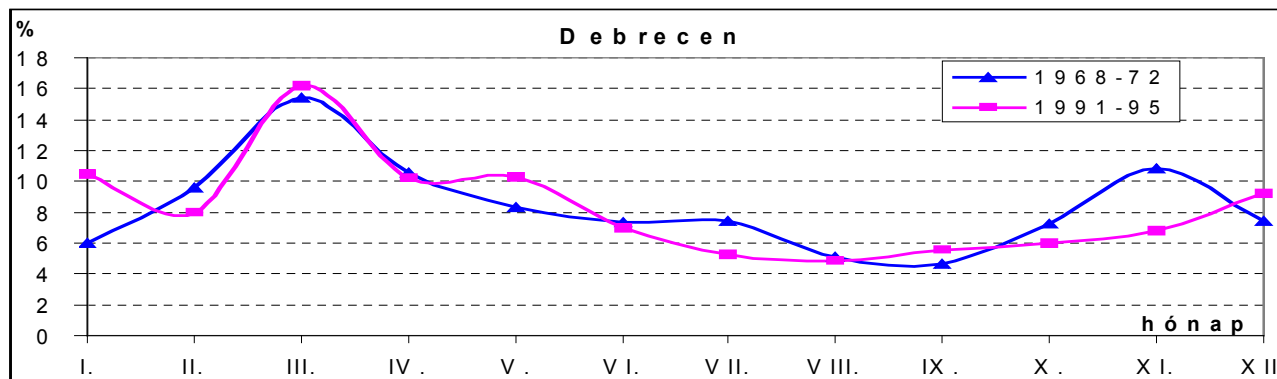
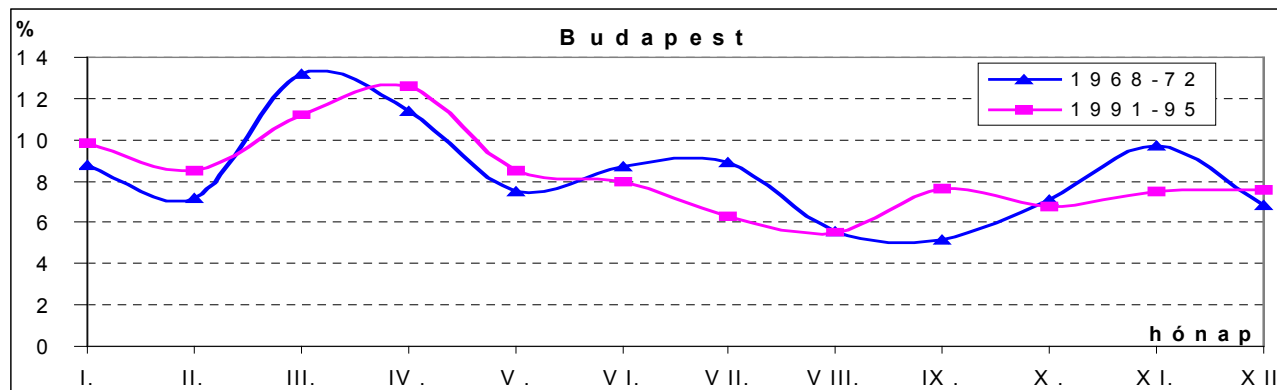
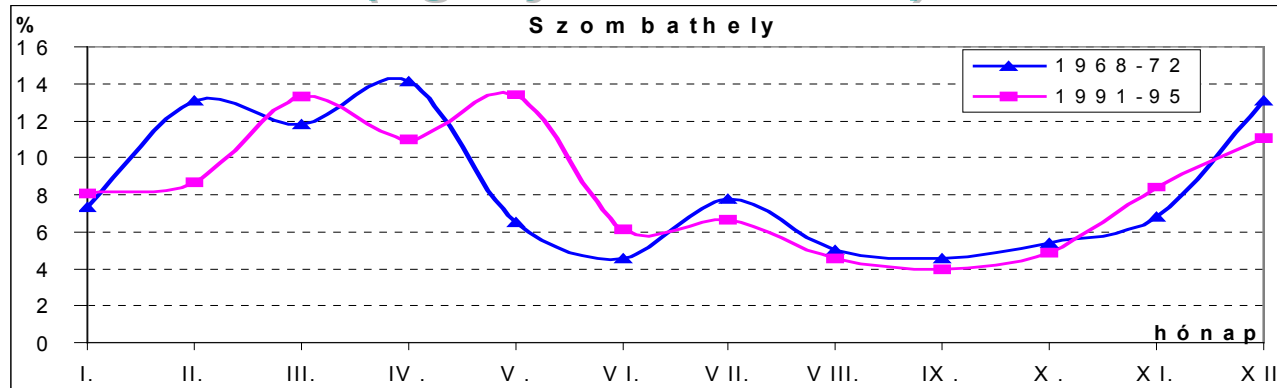
Az energetikai uralkodó szélirányok (PD) és relatív energiataartalmuk (PDe).

Idoszak	Szombathely		Budapest		Debrecen	
	PD	PD _e	PD	PD _e	PD	PD _e
Tél	N	42.9	NW	29.2	SSW	15.5
Tavas	N	42.3	NW	29.6	NNE	13.0
Nyár	N	42.0	NW	31.1	NNE	14.2
Osz	N	40.8	NW	29.5	SSW	13.3
Év	N	42.2	NW	29.8	NNE	13.6

**Egy jellemző és egy nem jellemző szélirány energiatartalmának aránya
(CD_e/ND_e)**

Megf. állomás	CD_e/ND_e				
	Tél	Tavaszi	Nyár	Osz	Év
Szombathely	3.2	12.3	12.2	10.7	9.8
Budapest	3.3	3.9	6.0	2.7	3.9
Debrecen	5.3	1.7	1.9	2.8	2.8
átlag	3.9	5.9	6.7	5.4	5.5

- A relatív szélteljesítmény éves menete (éghajlatváltozás?)



Relatív mennyiségek: a napi átlagos fajlagos szélteljesítmény becslése csúszó átlagolással

Jelölje v_i egy adott nap i . órájában ($i=1, 2, \dots, 24$) a szélesebesség értékét. Számoljuk ki a szélesebességek köbének az ún. csúszó átlagait (V_i) minden órában:

$$V_i = \overline{v_i^3} = \frac{1}{i} \sum_{j=1}^i v_j^3$$

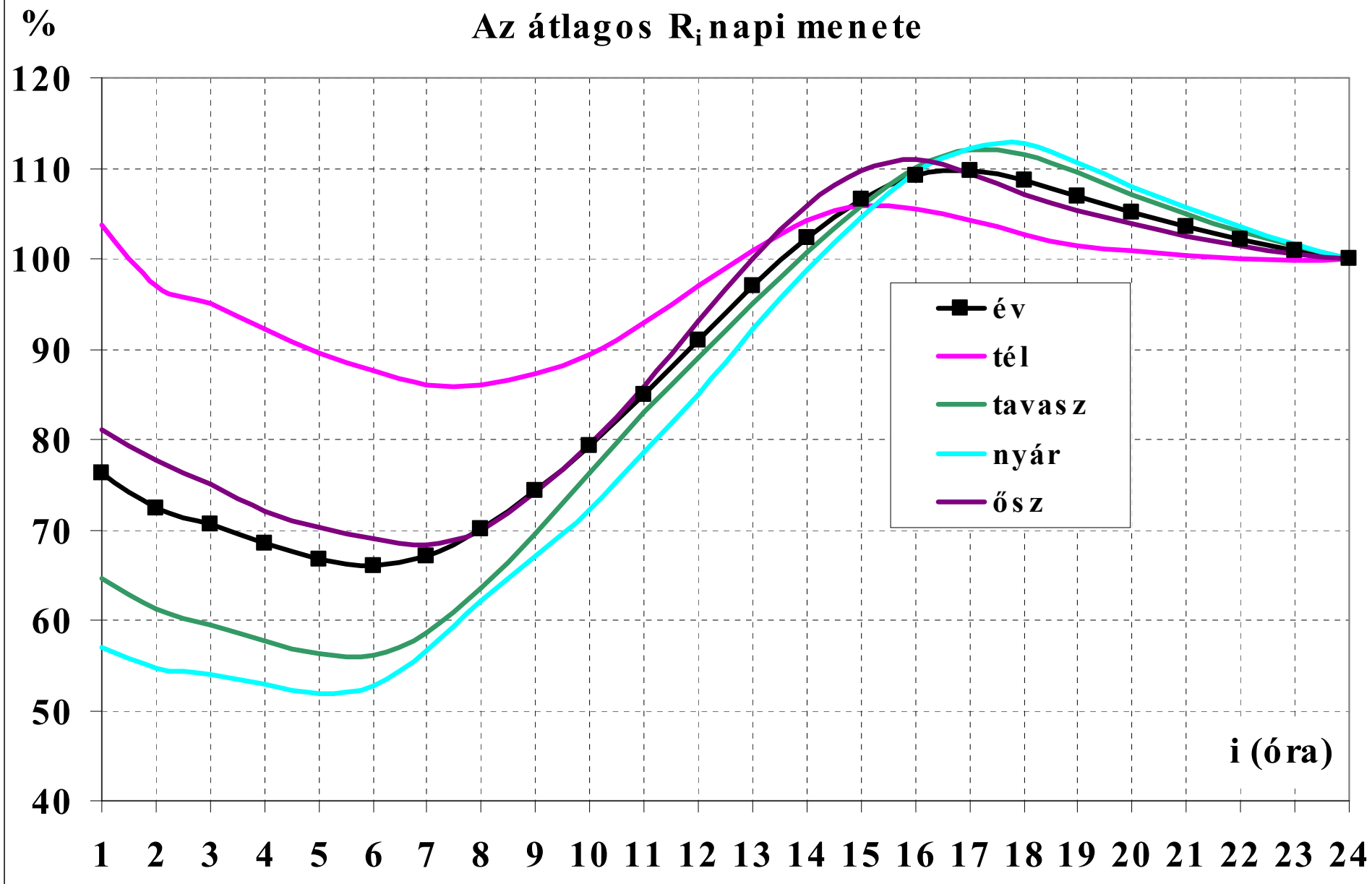
- Nyilvánvaló, hogy V_{24} az óránkénti szélesebesség köböknek az adott nap egy órájára eső átlaga („napi átlag”) lesz. Célunk ennek a mennyiségnek a becslése.

- Képezzük a $R_i = \frac{V_i}{V_{24}}$ hányadost

(relatív csúszóátlag, %)! Megmutatja, hogy a nap i . órájáig kumulált és átlagolt szélesség-köbök hány százalékát teszik ki ugyanezen mennyiségek napi átlagának. Az R_i egyébként a nap i . órájáig számolt átlagos és a napi átlagos fajlagos szélteljesítmény aránya is.

- Becslés: R_i átlagértékeiből és móduszából.

Az átlagos R_i napi menete



A csúszó átlagok módszere lehetőséget ad arra, hogy egy, a napi átlagos szélteljesítménnyel arányos mennyiséget, *a szélsébség köbök napi átlagát* már a nap vége előtt 6-9 órával átlagosan 21 %-os hibával előre jelezzük. A legjobb becsléseket tavasszal és nyáron kapjuk. Az így kapott érték fontos információ lehet a szélerőmű/szélerőgép üzembetartójának: közelítőleg meghatározhatja az egész nap kitermelhető szélenergiát, eldöntheti, hogy érdemes-e egész nap működtetni a gépet, vagy leállíthatja, pl. a karbantartás elvégzésére, stb.

A szélesebbesség magasságtól való függésének becslése

A leggyakrabban használt empirikus szélprofil törvények:

$$\text{WMO: } v_h = v_{10} [0.233 + 0.656 \lg(h + 4.75)]$$

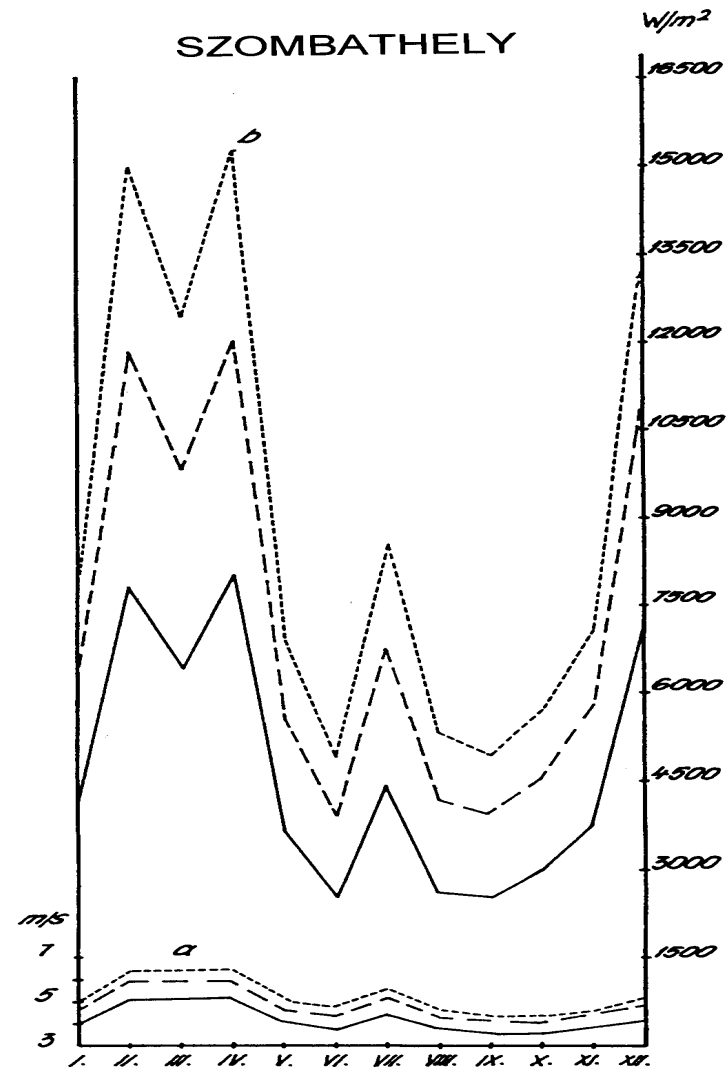
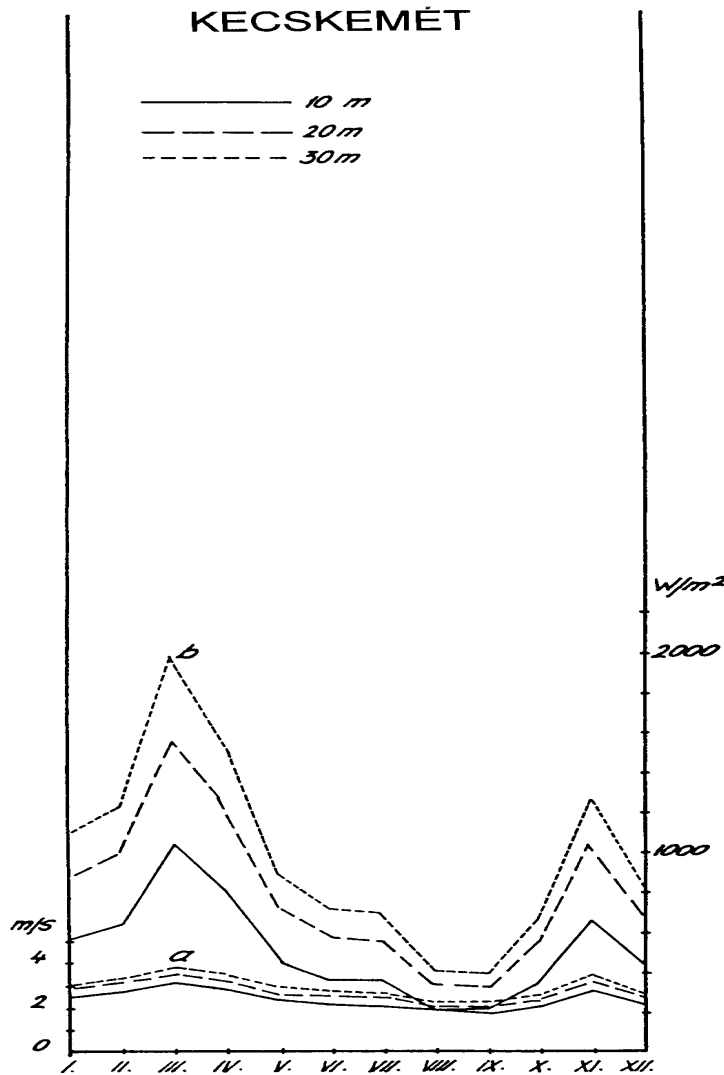
(nincs paramétere!)

$$\text{Hellmann: } v_2 = v_1 \left(\frac{h_2}{h_1} \right)^\alpha$$

(a meteorológiai állomásokon $h_1 = 10$ m)

α : a felszín tagoltságának és a légkör egyensúlyi helyzetének függvénye ? **napi és évi menete van!**

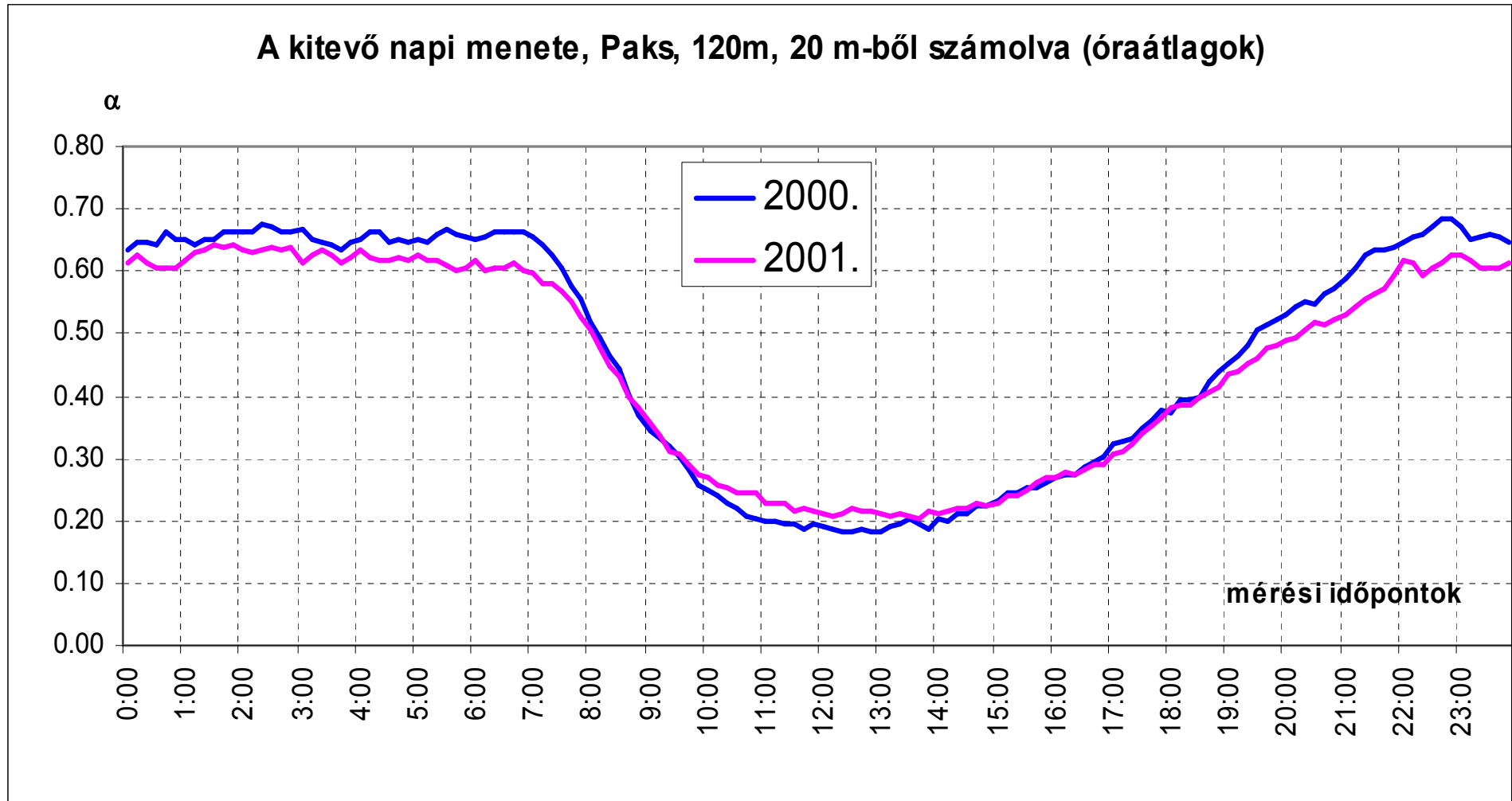
**A havi átlagos szélesebbesség és a hónap egy napjára átlagosan eső fajlagos szélteljesítmény évi menete hazánk szélenergiában
legszegényebb és leggazdagabb pontján különböző
magasságokban a WMO által ajánlott összefüggés szerint**



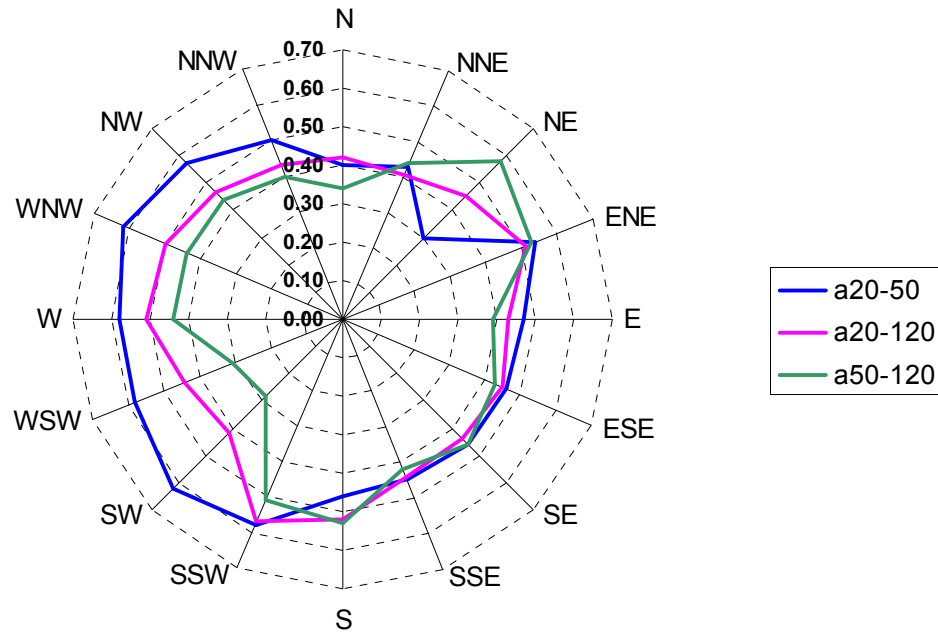
Paksi toronymérések (2000., 2001)

Az α kitevő évi átlagai és szórásai a különböző szintek között különböző módszerekkel meghatározva.			1. a napi átlagsebességek-ből	2. az óránkénti kitevők napi átlagából	3. irányok szerint
2000.	átlag	20→50	0.43	0.50	0.50
		20→120	0.44	0.47	0.46
		50→120	0.44	0.43	0.43
	szórás	20→50	0.10	0.15	
		20→120	0.09	0.11	
		50→120	0.12	0.14	
2001.	átlag	20→50	0.41	0.45	0.45
		20→120	0.43	0.45	0.44
		50→120	0.46	0.45	0.45
	szórás	20→50	0.10	0.12	
		20→120	0.09	0.10	
		50→120	0.12	0.13	

Az α kitevő napi menete

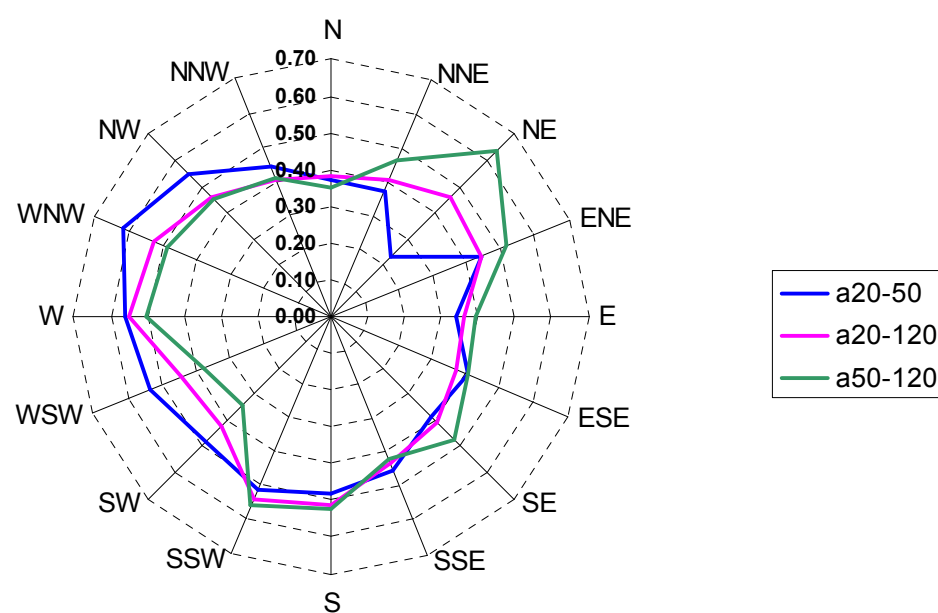


A kitevő irány szerinti változása (Paks, 2000)

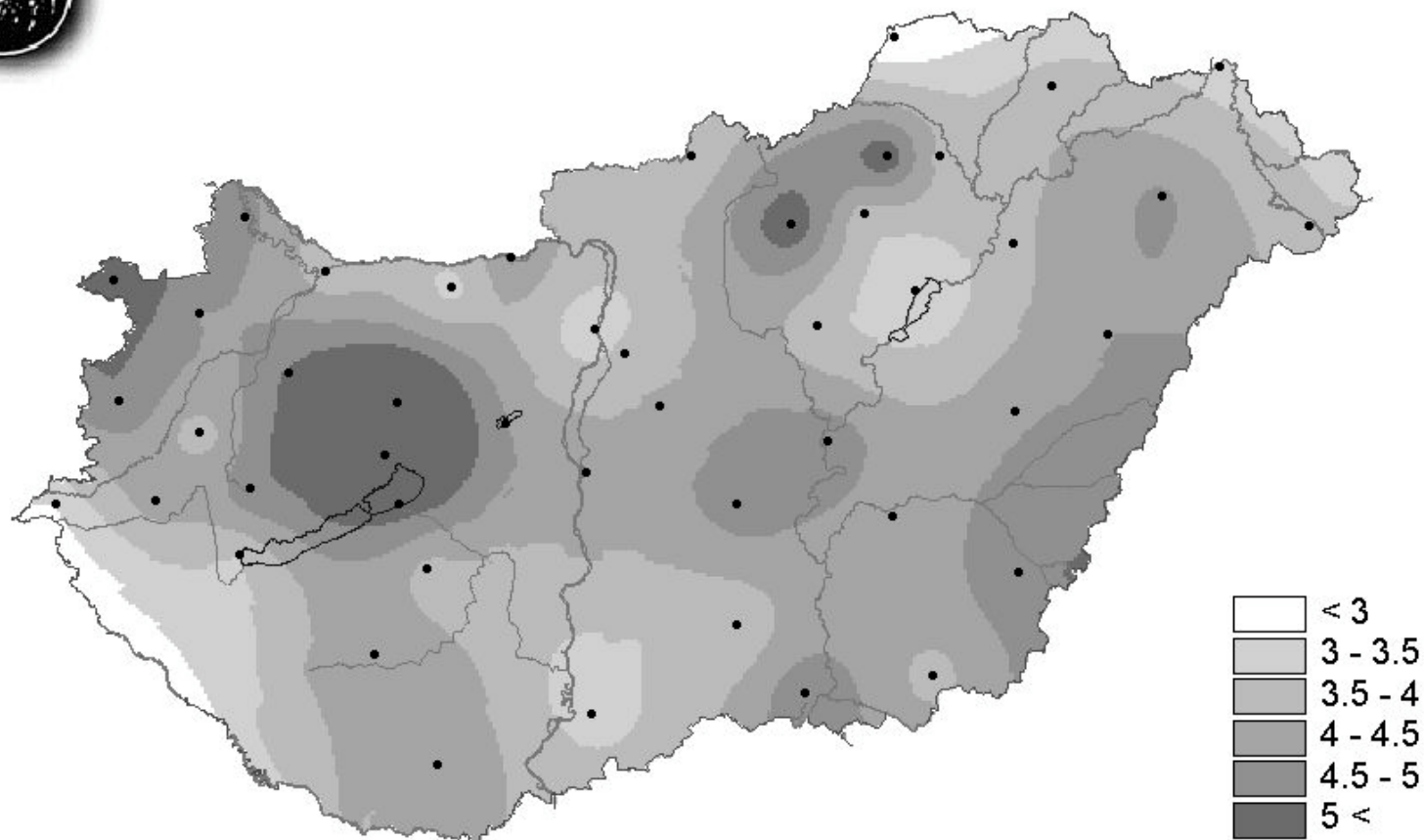


Az α kitevő egyes szélirányokhoz tartozó átlagos értékei.

A kitevő irány szerinti változása (Paks, 2001)



Példa a Helmann-féle szélprofil törvénnyel és interpolációs technikával szerkesztett széltérképre (OMSZ)



Az évi átlagos szélesség (m/s) területi eloszlása 50 m magasságban.

A napi átlagos fajlagos szélteljesítmény becslése közelítő függvénnyel (a diszkrét mérési adatok folytonossá tételéhez)

A fajlagos szélteljesítmény az egységnyi függőleges felületen egységnyi idő alatt átáramló levegő tömegének mozgási energiája. Kiszámítása egy adott időpontban a

$$P_f = \frac{\rho}{2} v^3$$

összefüggés alapján történik, ahol v a szélesebesség, ρ a levegő sűrűsége, mértékegysége pedig Wm^{-2} .

A meteorológiai állomásokon (általában 10 m-en) mért szélesebesség adatok alapján tehát megpróbálkozhatunk a fajlagos szélteljesítménynek **adott időszakra** vonatkozó becslésével is. Egy adott időszak, pl. egy nap összes potenciális szélenergiáját az időszak egyes időpontjaiban mért szélesebességekből lehet meghatározni. Két lehetőség adódik:

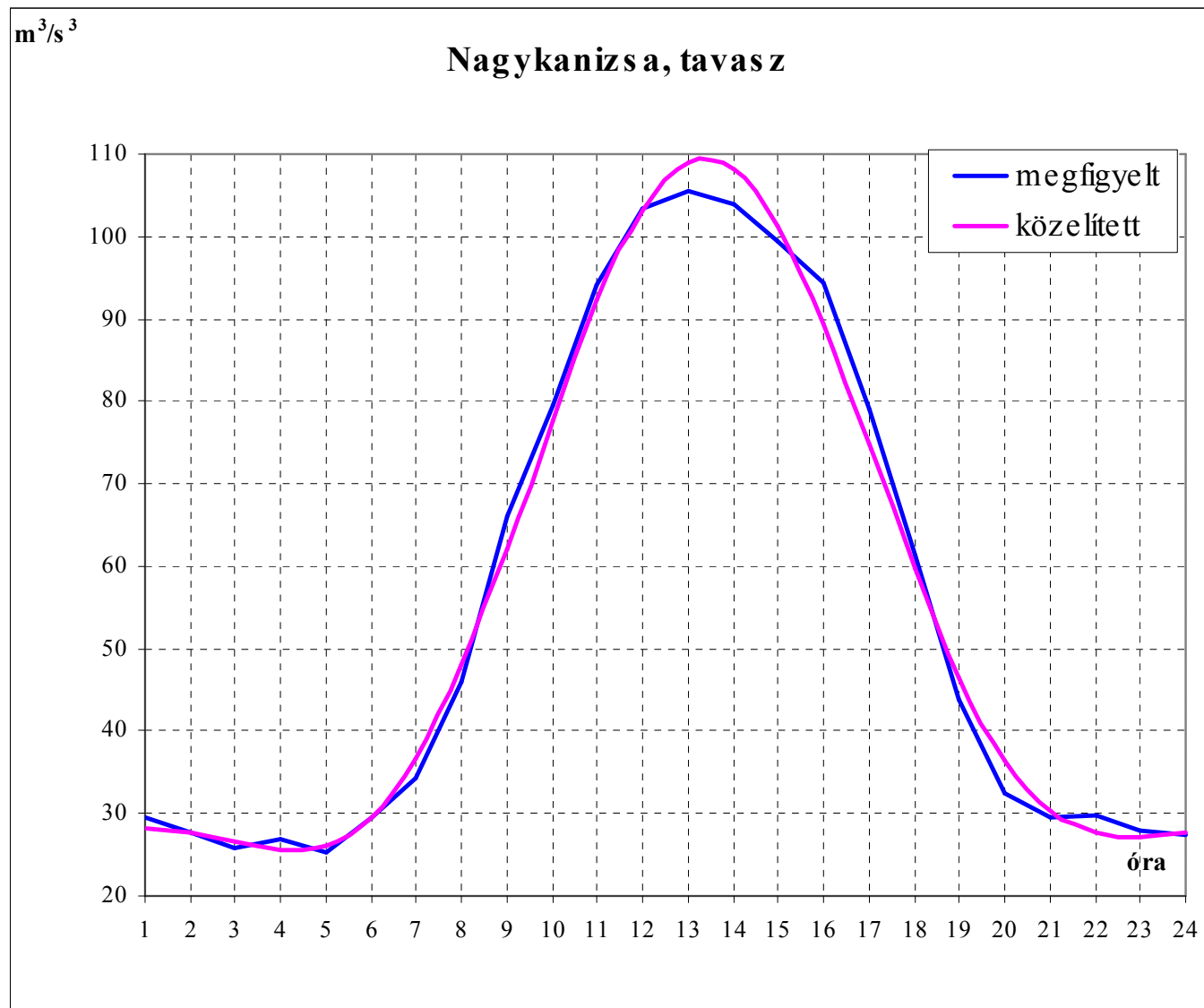
- az összefüggésben az időszak átlagsebességét írjuk a v helyébe,
- az időszak egyes (diszkrét) időpontjaiban meghatározott értékeket összegezzük.



Az eredmény mindenképpen függ a mérési időpontok számától!

- A függőség kiküszöbölésére létezik elvi megoldás, ha az időszak egy napjára átlagosan jutó fajlagos szélteljesítményt a következőképpen definiáljuk:
a szélesebbesség köbök óránkénti átlagának napi menetét közelítő függvény görbe alatti területe (határozott integrálja) szorozva a levegő sűrűségének felével.

Példa a szélesebbesség köbök óránkénti átlagának függvénnnyel való közelítésére:



A napi átlagos fajlagos széltejeljesítménynek a közelítő függvény görbe alatti területével becsült értékei (Wm^{-2} , **vastag**: a legnagyobb, *dőlt*: a legkisebb évszakos érték).

	1968-72					1991-95				
	év	tél	tavas	nyár	ősz	év	tél	tavas	nyár	ősz
Kisvárd	680	809	910	<i>471</i>	539					
Debrecen	1076	992	1475	<i>857</i>	978	793	883	1163	<i>546</i>	580
Békéscsaba	789	748	1131	<i>591</i>	682	931	993	1364	<i>587</i>	776
Szeged	1475	1829	2090	<i>947</i>	1035	1183	1203	1722	<i>722</i>	1085
Kecskemét	502	532	768	<i>309</i>	400					
Baja	454	538	609	<i>353</i>	315					
Budapest	1023	933	1309	<i>947</i>	900	517	538	670	<i>407</i>	454
Győr	977	1057	1264	<i>784</i>	800	520	664	677	<i>290</i>	449
Kékestető	2276	2539	2437	<i>1392</i>	2755	1494	2184	1410	<i>791</i>	1607
Miskolc	228	178	359	<i>157</i>	216	<i>765</i>	<i>778</i>	1087	<i>657</i>	<i>537</i>
Szombathely	4739	6328	6101	3338	<i>3180</i>	2254	2408	3243	1802	<i>1481</i>
Pápa	2218	2131	2589	2402	<i>1747</i>					
Keszthely	852	1143	984	678	605	285	323	423	209	<i>178</i>
Siófok	1898	<i>1649</i>	1940	2252	1743					
Nagykanizsa	598	705	790	467	432					
Pécs	1206	1428	1653	944	798	870	1169	1234	<i>518</i>	592

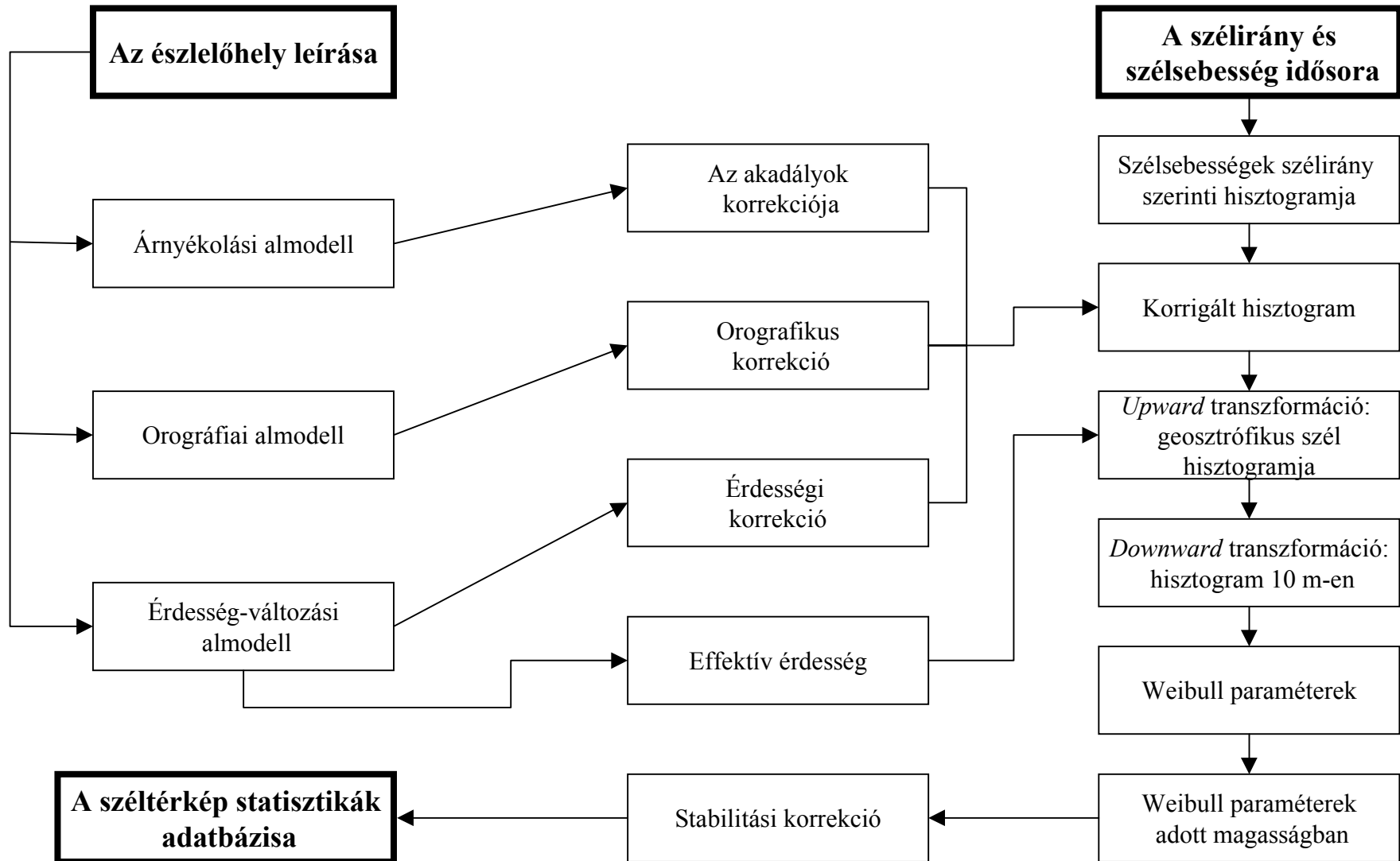
A második időszak (1991-95) napi átlagos fajlagos szélteljesítménye az első időszak (1968-72) napi átlagos fajlagos szélteljesítményének százalékában
(vastag dőlt: növekedés, **dőlt:** a legkevesebb csökkenés, **vastag:** a legnagyobb csökkenés).

	év	tél	tavaszi	nyár	ősz
Debrecen	74	89	79	64	59
Békéscsaba	118	133	121	99	114
Szeged	80	66	82	76	105
Budapest	51	58	51	43	50
Győr	53	63	54	37	56
Kékestető	66	86	58	57	58
Szombathely	48	38	53	54	47
Keszthely	34	28	43	31	29
Pécs	72	82	75	55	74
átlag	66	71	68	57	66
Miskolc	336	437	303	419	248 ₃₈

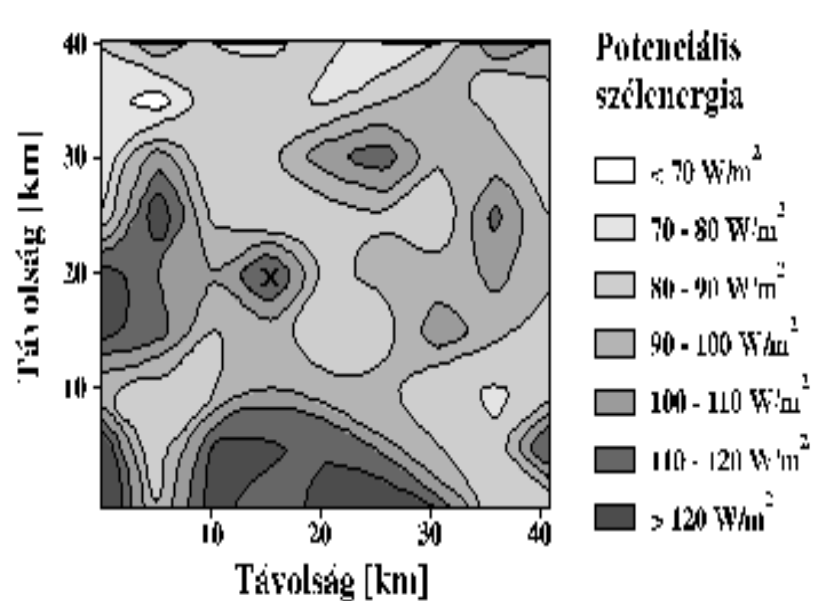
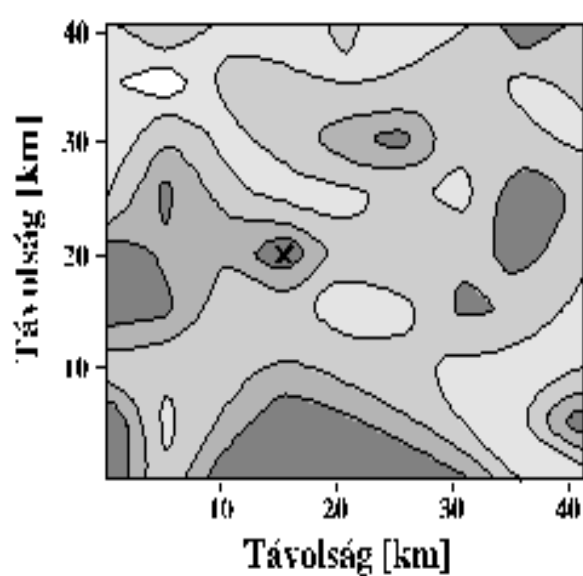
➤ Modell-becslések

- Hazánkban a szélmező dinamikus modellezésére a **WAsP** (Wind Atlas Analysis and Application Program) modellt használják a kutatók (*Radics, 2001; Bartholy és Radics, 2000a, b; 2001; Radics és Bartholy, 2001, OMSz*). Ez a széladatok horizontális és vertikális extrapolációjára szolgáló lineáris, spektrális modell, amelyet Dániában fejlesztettek ki. A WAsP alkalmas a domborzati és érdességi adatok alapján egy terület szélklímájának becslésére, az átlagos szél teljes energiájának számítására és a szélerőmű közepes teljesítmény outputjának meghatározására.

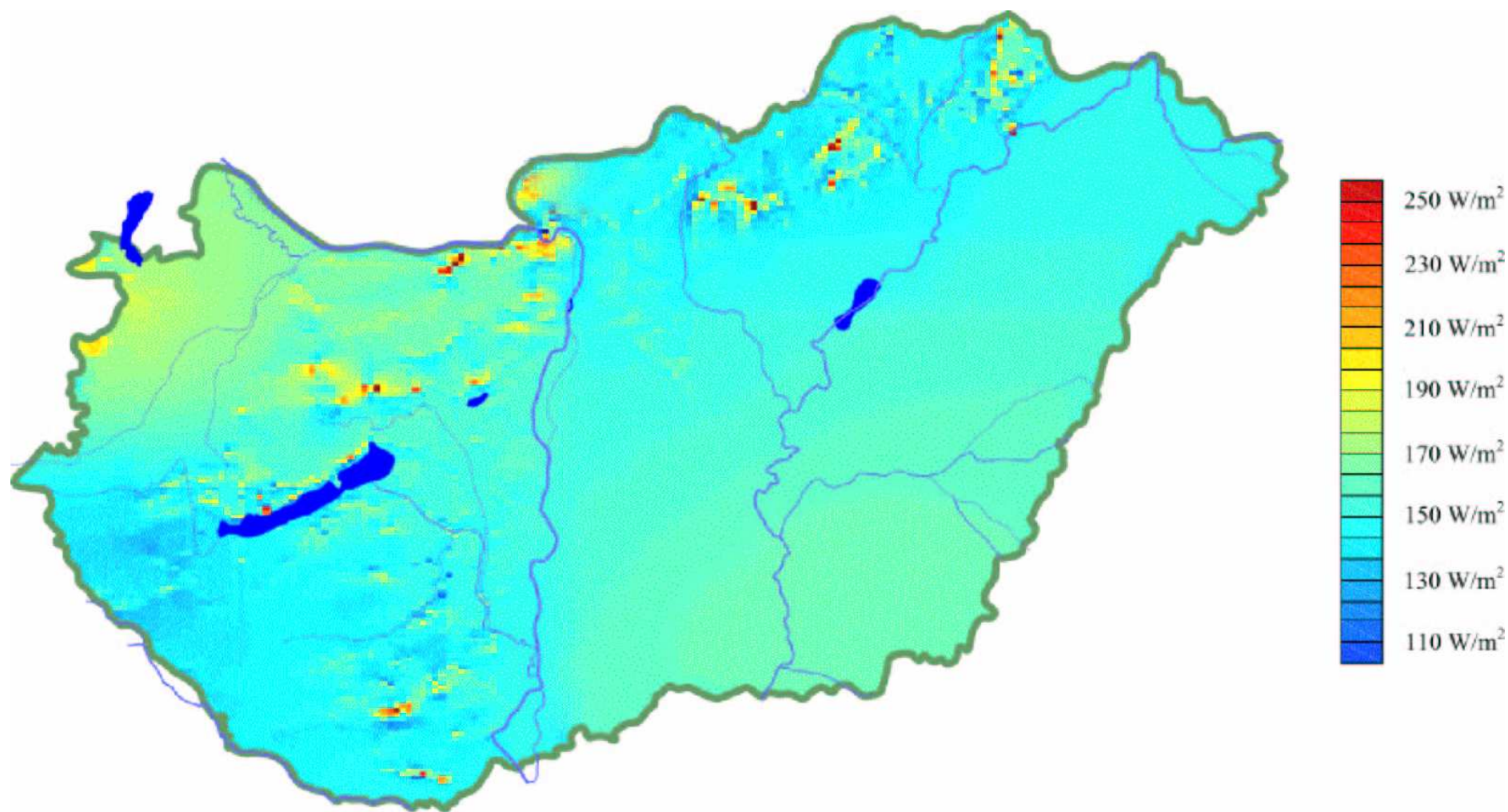
A WAsP modell szerkezete



Az átlagos szélesebesség és a potenciális széltejesítmény becslése a WAsP modellel 18 m-en (Hegyhátsál).



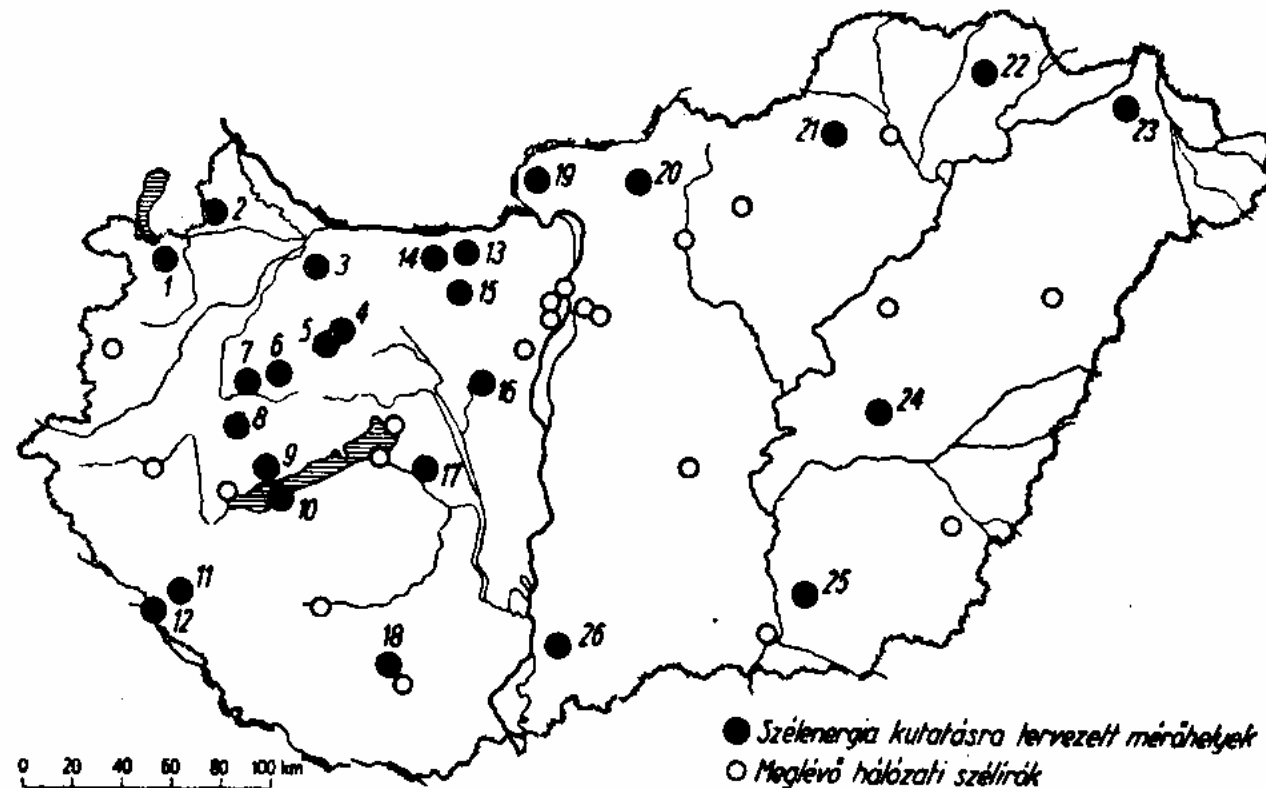
Példa a WAsP-modellel és interpolációs technikával létrehozott kompozit széltérképre (*Radics, 2004*)



5-18. ábra. A domborzat áramlásmódosító hatásának figyelembevételével 80 m felszín feletti magasságra modellezett rendelkezésre álló szélenergia-mező (kompozit térkép).

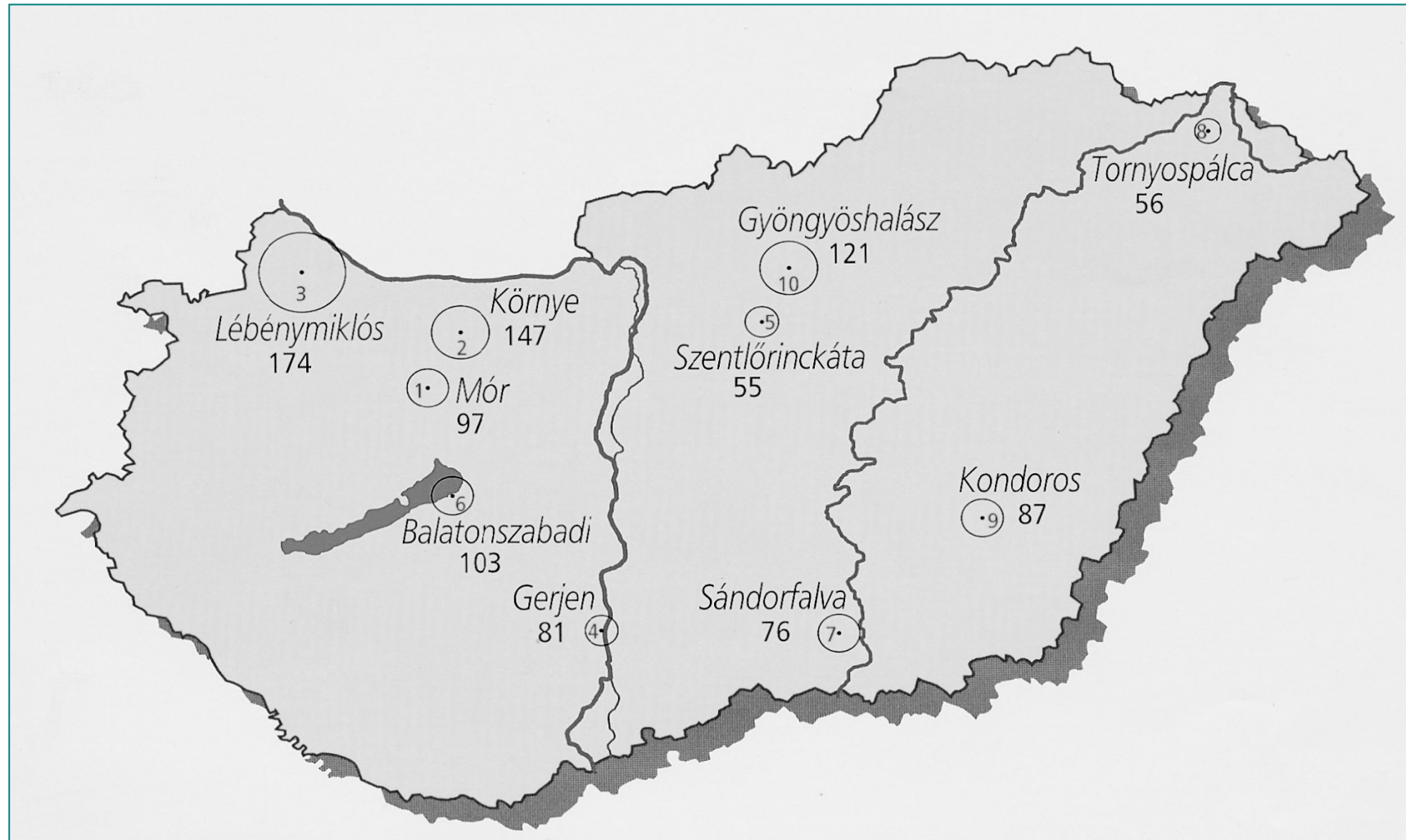
➤ Energetikai szélmérések

Energetikai szélmérés: 10 m és legalább 30 m magasan, sűrű mintavétel, 10 perces átlagértékek rögzítése

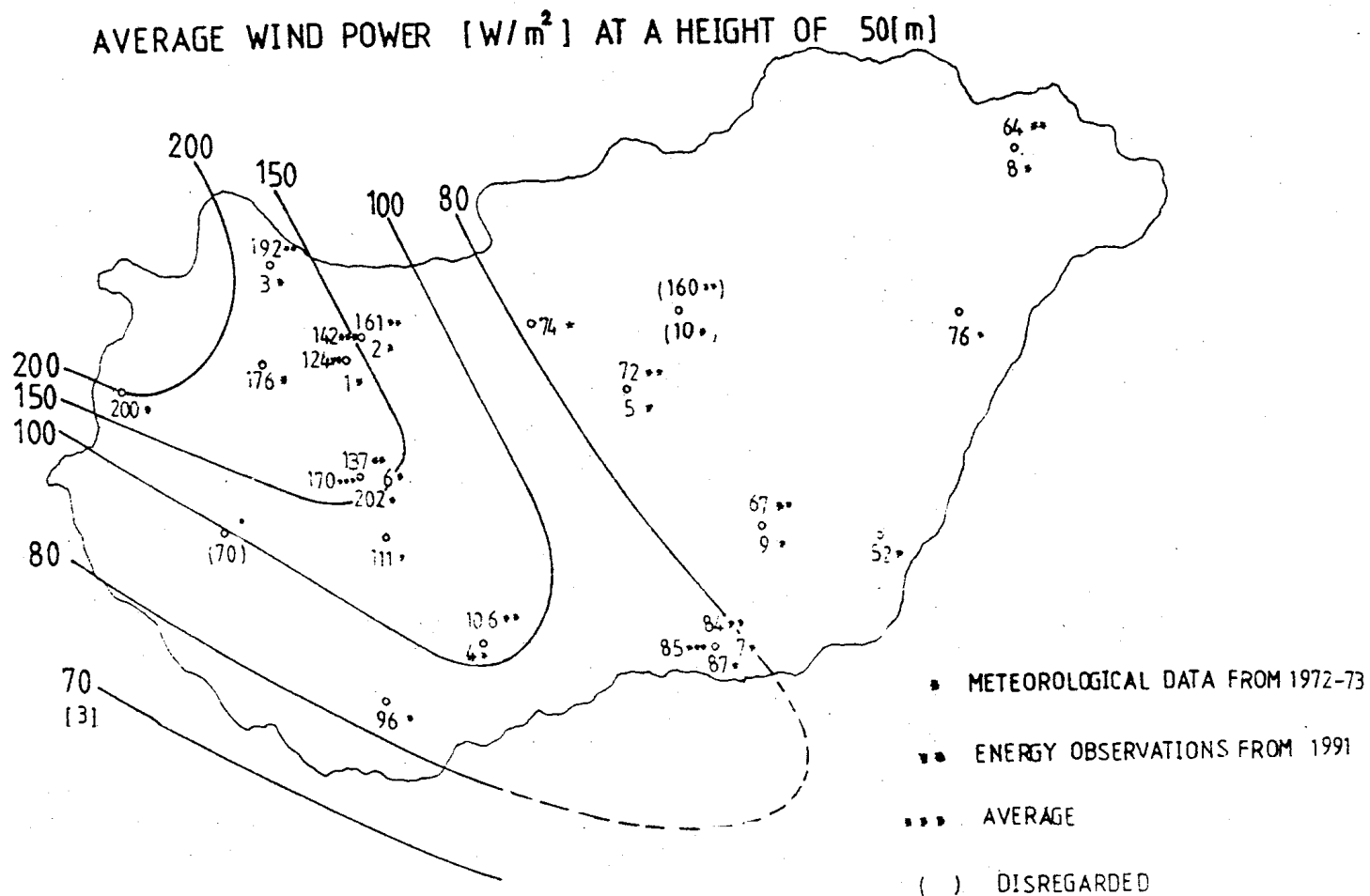


A szélergia-kutatás szempontjából javasolt mérőhelyek és a meteorológiai állomáshálózat az ötvenes években (Kakas és Mezősi, 1956)

Az energetikai szélmérés gondolata tehát megszületett, azonban a –részleges – megvalósulására hosszú ideig kellett várni. 1991-ben az MVM és az OVIT támogatásával beindult egy 1 éves program, amelynek legfontosabb eleme az, hogy az országban 10 távvezeték oszlopra (26 és 50 m magasság között) szélesebesség mérőket szereltek fel, amelyek 1 éven át működtek.



E mérések és néhány más meteorológiai állomás szélesebbég adatainak felhasználásával készült Magyarország *első energetikai széltérképe*, (Blahó és Marshall, 1993). A térkép azt sugallja, hogy igazából csak a Dunántúl nyugati, észak-nyugati részén van kihasználható szélenergia.



**A Mosonmagyaróvár környékén 45 m magasságban
történt szélmérések
legfontosabb eredményei
(Járkovich, 2001)**

<i>Mérési időszak:</i>	<i>1999. december</i>	<i>2000. február</i>	<i>2000. március</i>	<i>2000. április</i>	<i>2000. május</i>
Közepes szélesség (m/s)	6.6	5.9	6.8	7.5	5.8
Teljesítménysűrűség (W/m²)	231.4	252.0	422.4	421.7	212.0
Mérés időtartama (min.)	22.280	41.760	44.640	43.200	44.640

Az energetikai szélmérés mai lehetőségei

- *Magyarország automata meteorológiai állomáshálózata*
- *Meteorológiai mérőtornyok*
- *Expedíciós mérések a kiválasztott területen*
- *Pilot és rádiószondás mérések*
- *SODAR, wind profiler, ...*

5. Mire használjuk? Példák a kisüzemi hasznosításra.

Kisüzemi hasznosítás (1.5-5.0 kW):

- **Vízszivattyúzás (víz ki- és átemelés, *csepegtető öntözés*)**
- **Autonóm (szigetszerű) elektromos áramtermelés**
- **Levegősűrités, levegőmozgatás (halastavak)**



Szélerőgép egy püspökladányi kiskertben

(saját felvételek)



Szélerőgép a nagyrábéi Petőfi Tsz-ben



Legújabb hazai fejlesztések



***A szélenergia mezőgazdasági hasznosításának
legfontosabb hazai lehetőségei
(Vágvölgyi, 2001)***

Hasznosítási terület	Hasznosítási mód
Öntözés	Előülepítő tárolókból csepegtető öntözés
Belvízvédelem	Belvízkárok megelőzése, mérséklése
Halastó üzemeltetés	Vízpótlás, szellőztetés
Állattartás, vadgazdálkodás	Itatás, a vadállomány vízellátása
Növényhajtás	Öntözés, fűtés, szellőztetés, világítás
Mezőgazdasági terméktárolás	Talajvíz keringtetéssel temperált tárolótér

A hasznosítási lehetőségek közül azonban az öntözésnek van a legnagyobb jelentősége. A szélerőgéppel kiszivattyúzott vizet csepegtető öntözéssel célszerű hasznosítani.

A széleenergiára alapozott csepegtető öntözés alkalmazási lehetőségei hazánkban (Vágvölgyi, 2001)

Öntözött kultúra	Területnagyság, <i>ha</i>	Elérhető terméstöbblet, %
Gyümölcsültetvények	15000-20000	20-30
Szőlőültetvények	3000-5000	10-20
Szabadföldi zöldségtermesztés	5000-10000	20-50
Hajtatott zöldségtermesztés	4000-6000	Minőségjavulás
Szaporítóanyag előállítás	8000-10000	Minőségjavulás

Az öntözött területek vízigénye a tenyészidőszakban 150-200 mm, ami megfelel hektáronként 1500-2000 m³ öntözővíznek. A jelenleg gyártott és a hazai kereskedelmi forgalomban kapható szélrógék közül a legkisebbek is képesek ezt a vízmennyiséget biztosítani, ha az adott területen és időszakban a 3 m/s-nál nagyobb sebességű szelek időtartama 600-1000 óra.

Átlagos szélességek és a 3 m/s-nál nagyobb óránkénti szélességek gyakorisága

	év	tél	tavas	nyár	ősz
<i>Debrecen</i>					
Átlagsebesség (m/s)	2,7	2,8	3,1	2,5	2,5
v>3 m/s (óra)	3193	828	1013	683	669
%	36,4	38,3	45,9	30,9	30,6
<i>Békéscsaba</i>					
Átlagsebesség (m/s)	3,0	3,0	3,4	2,6	2,7
v>3 m/s (óra)	3560	948	1114	725	774
%	40,7	43,9	50,4	32,9	35,6
<i>Szeged</i>					
Átlagsebesség (m/s)	3,1	3,2	3,6	2,7	3,1
v>3 m/s (óra)	3953	1020	1199	790	944
%	45,1	47,1	54,3	35,8	43,2

6. Miért használjuk? Szélenergia és klímavédelem.

- A környezetváltozás minőségileg új korszakba lépett az ember megjelenésével
 - *Termelés – fogyasztás*: anyag- és energiafogyasztással / átalakítással és hulladékanyag és –energiák képződésével jár.
 - *Népességnövekedés*
 - *Természeti erőforrások degradációja* (erdőirtás, talajok pusztulása, szennyezések)
- Közvetlen és közvetett környezetkárosítás

A falanszter tudósainak eszmefuttatása (1861!):

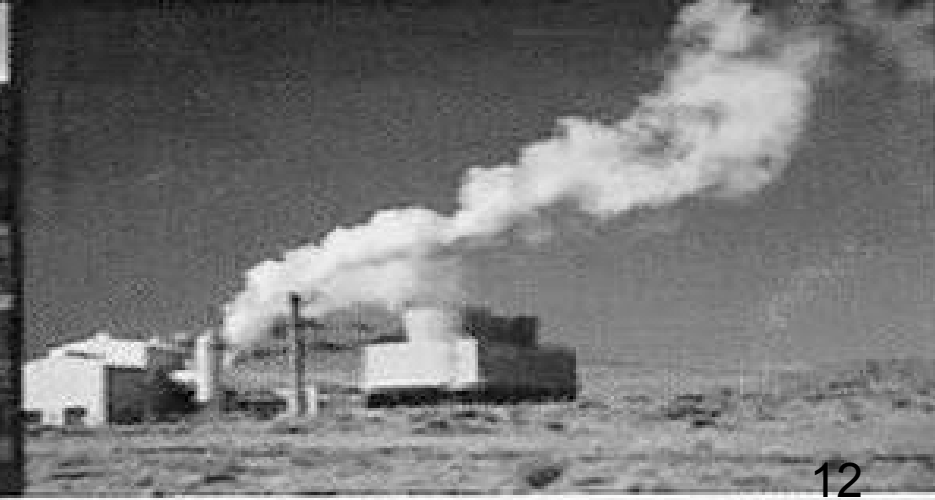
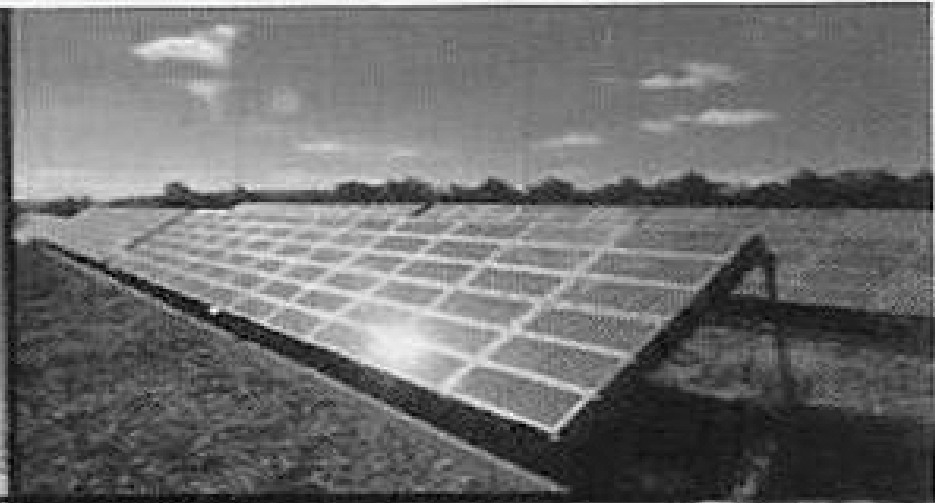
**„Midőn az ember földén megjelent,
Jól bérházott éléskamra volt az:
Csak a kezét kellett kinyújtani,
Hogy készen szedje mindazt, ami kell.
Költött tehát meggondolatlanul,
Mint a sajtféreg, s édes mámorában
Ráért regényes hipotézisekben
Keresni ingert és költészetet.”**

Válasz: környezetvédelem.

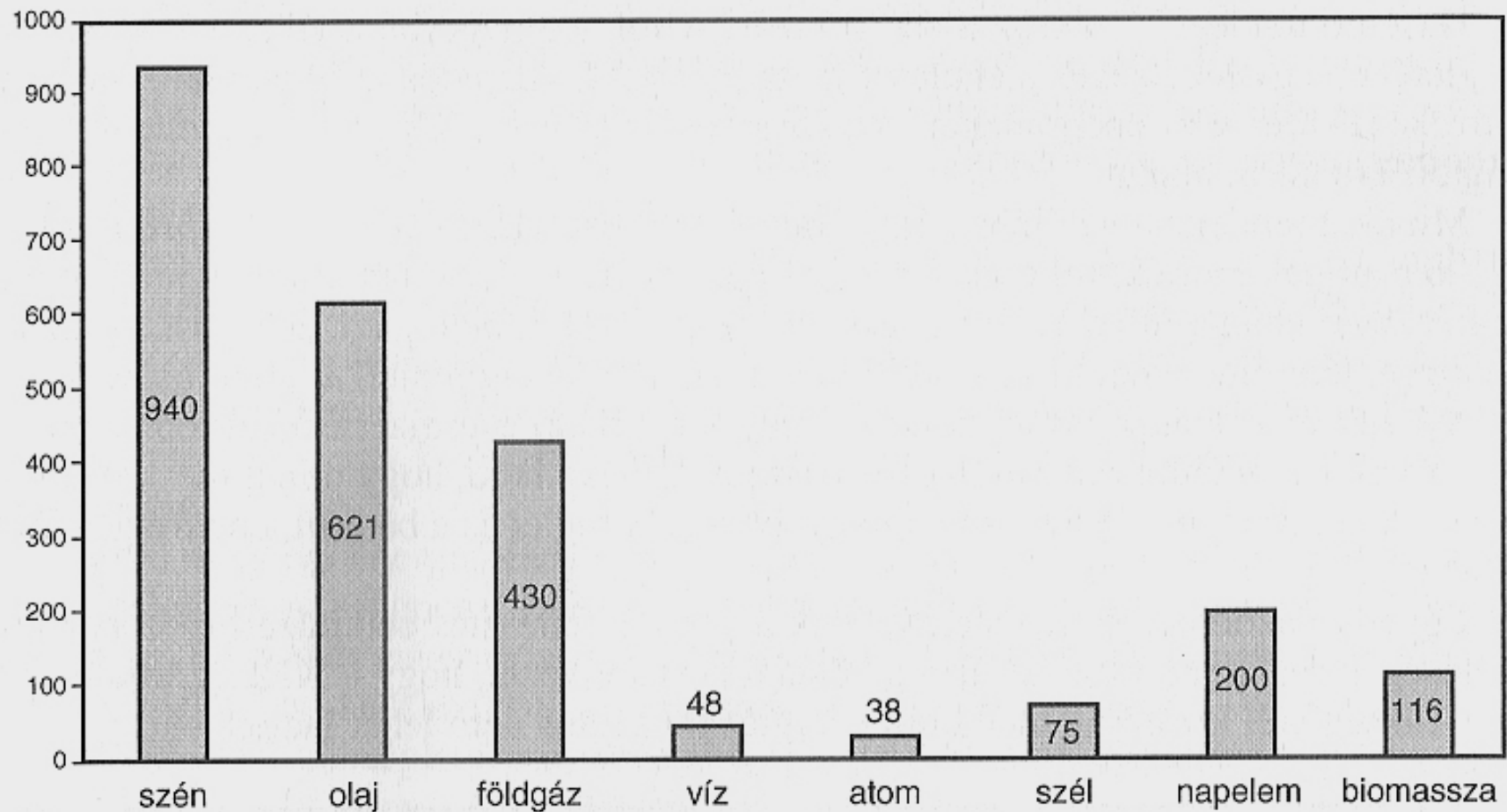
Környezeti konferenciák (ENSZ):

- **1972 Stockholm** – USA nagyobb erőfeszítéseket sürget a környezet védelme érdekében; fejlődők mérsékeltek.
- **1982 Nairobi** – Fejlődő országok több intézkedést támogatnának, fejlett országok egyre mérsékeltebbek.
- **1992 Rio de Janeiro** – “Fenntartható fejlődés”
 - ENSZ Éghajlatváltozási keretegyezmény (CO₂ és GHG 1990 szintre csökkentése)
 - Biodiverzitásról szóló egyezmény
- **1997 Kyoto** (ENSZ Éghajlatváltozási keretegyezményben Részes Államok Konferenciájának 3. ülészaka COP-3)
2008-ig 5%, 2012-ig 2% további csökkentés; USA 1 Fejlodok
- **2002 Johannesburg** – Sürgették a Kyotó-i megállapodás életbe lépését eredménytelenül (USA, Oroszország stb.)

Klímvédelem: A levegő-környezeti terhelés és az üvegházgázok koncentráció növekedésének mérséklése elősegíthető a megújuló energiák fokozottabb kihasználásával is!



„Minden kilowattóra elektromos áram, amelyet szélerőművel állítunk elő 0.5-1.0 kg-mal csökkenti a CO₂ emissziót.”
(Gipe, 1995)



Villamosenergia-előállítás „üvegházgáz-kibocsátása” (g/kWh)

***„De már nekünk, a legvégső falatnál,
Fukarkodnunk kell, általlátva rég,
Hogy elfogy a sajt, és éhen veszünk,
Négy ezredév után a Nap kihűl,
Növényeket nem szül többé a Föld;
Ez a négy ezredév hát a mienk,
Hogy a Napot pótolni megtanuljuk,
Elég idő tudásunknak, hiszem.”***

KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!