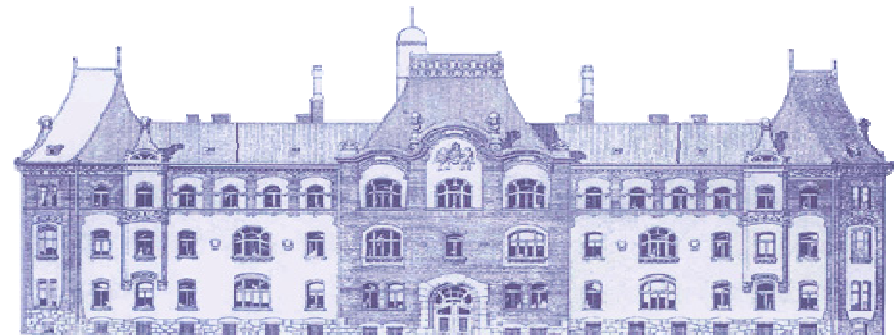




# Az OMSZ nap- és szélenergiás tevékenységének áttekintése

*Wantuchné Dobi Ildikó*  
*Major György*  
OMSZ

Meteorológiai Tudományos Napok  
2015. november 19, MTA



*Alapítva: 1870*



# Napenergiás tevékenységek az OMSZ-ban

## Nem vízszintes felületek

1927: Marczell György

1969: Szabó – Tárkányi

**1969-1976 fal mérések,**

1979: Takács Olga cikk

**1985: Valkó Péter mérései, számítás ferde felületekre**

## Önálló kötetek

1969: Szabó-Tárkányi

1976: A napsugárzás Magyarországon

1981: World Maps of the Relative Global Radiation

1985. A napenergia hasznosítás meteorológiai megalapozása  
Magyarországon

1992: Tipikus meteorológiai év szerkesztése

2006: Magyarországi szél és napenergia kutatás



# Vízszintes felületre eső napsugárzási energia mérése

- **Angstöm féle** elektromos kompenzációs **pirheliométer**  
**1907 Ógyalla** (világszínvonalú mérések)  
**1908 Kalocsa** (szoláris konstans meghatározása)
- 1920-as évektől **energetikai célú mérések** (aktinométerek, termoelemes, majd bimetálos sugárzásírókkal)
- **Az első Robitzsch** telepítési hullám: **1936 – 1944 között**  
15 állomás (ebből 2 élte túl a háborút)
- **Második Robitzsch** telepítési hullám: **1957-58 25 állomás,**  
ebből **12 érte meg a 15 éves folyamatos működést 1972-ig**
- **Első Kipp&Zonen** telepítési hullám: **1972-1992 között**  
7 állomás mérte termooszlopos műszerrel a globálsugárzást
- **Második Kipp&Zonen** műszerek telepítési hulláma: **1993-tól**  
napjainkig **jelenleg kb. 40 állomás** működik az automata állomások hálózatának részeként



# 1927: Marcell György két cikke az „Időjárás”-ban

XXXI. évf. Uj sor. III. évf. 9—10. füzet. 1927. szept.—okt.

## AZ IDŐJÁRÁS

A MAGYAR METEOROLOGIAI TÁRSASÁG FOLYÓIRATA.  
SZERKESZTI: DR. RÓNA ZSIGMOND.

MEGJELENIK KÉTHAVONTA.  
SZERKESZTŐSÉG ÉS KIADÓHIVATAL: BUDAPEST, II., KITAIBEL PÁL-UTCA 1. SZ.

### Hegy és völgy napsütése.

(Második közlemény.)

Napsütés a hegycsúcsokon. Meg kell még emlékeznünk a hegycsúcsok napsütéséről, mely a tágabb horizont miatt nagyobb, mint bármely más expozíciójú helyé:

„Die Sonne strahlt am ersten hier,  
am längsten weilet sie bei mir!“

(Uhtland.)

A szabadon álló hegycsúcs és a sík Alföld napsütése közti különbség azonban nem olyan nagy, aminőnek első pillanatra gondolnók. Izolált hegycsúcs horizontjának depressziója  $h$  a sík horizont alá:

$$\cos h = \frac{R}{R+H} \text{ vagyis } h \sim \sqrt{\frac{2H}{R}}$$

hol  $R$  a fűldsugár és  $H$  a hegycsúcs magassága. Mint látható, ez igen kicsiny, a *Galyatetőn* pl. éppen  $1^\circ$ , a *Ferenc József-csúcs*on pedig körülbelül  $1\frac{1}{2}^\circ$ , ennyivel többet látunk a hegycsúcson az égbolttól (a sík horizont alá), mint a sík Alföldön, a Nap kelte és nyugta tehát a hegycsúcson nem a  $h = 0^\circ$  magassági körön, hanem ez alatt, negatív magassági körön megy végbe.

I. ábránk szerint (100. old.) a Nap  $h = +5^\circ$  magasságban reggel kb.  $\frac{1}{2}$  órával később van, mint a  $h = 0^\circ$  horizontban,  $h = -5^\circ$  magasságban tehát napkelte előtt kb.  $\frac{1}{2}$  órával korábban. A *Galyatetőn*, illetőleg *Ferenc József-csúcs*on az  $1^\circ$ , illetőleg  $1\frac{1}{2}^\circ$  depresszióknak megfelelőleg a napsütés így reggel és este 6, illetőleg 9, egész nap tehát 12, illetőleg 18 perccel több, mint a sík Alföldön. A különbség tehát valóban nem nagy, annál jóval nagyobb azonban a hegycsúcs előnye a sík Alföld fölött az intenzitás tekintetében, amint azt alább látni fogjuk.

#### Az intenzitás.

A levegő a sugárzást nem bocsátja át teljesen, miért is a sugár intenzitása csökken a levegőben megtett úttal, s így fordítva arányos a szögmagassággal is.

Marcell György

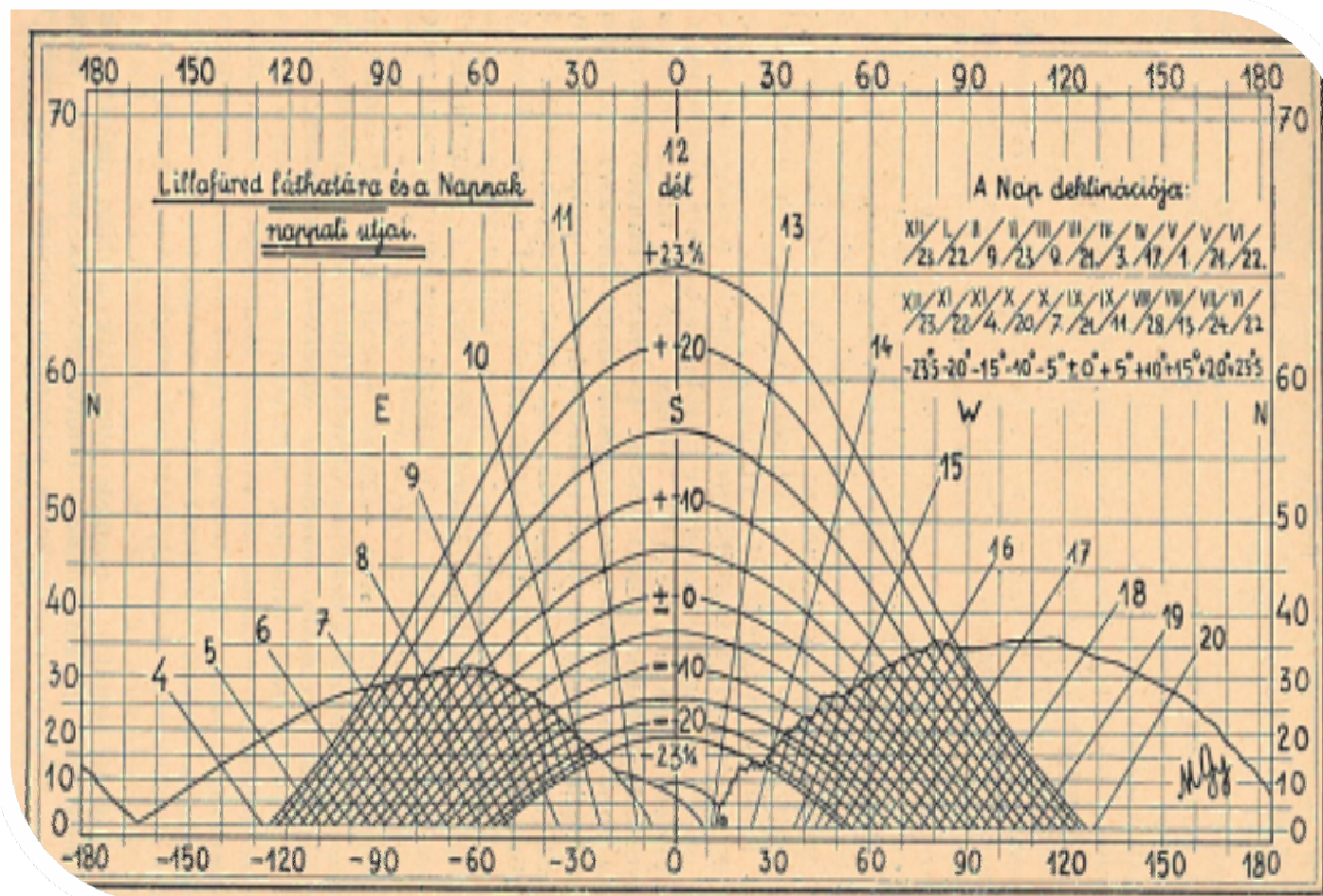
## Hegy és völgy napsütése

Az elsőben: a „lehetséges napsütéstartam” formuláit vezeti le különböző irányú és hajlásszögű lejtőkre.

A másodikban: a direkt sugár intenzitásának képleteivel egészíti ki különböző napmagasságok esetén.



# Marcell György cikk 1. ábrája



**Lillafüred panorámájának kontúrjai a napsütésmérő műszertől nézve és a Nap látszólagos napi pályái az égen.**



# 1969: Szabó Gyula - Tárkányi Zsuzsanna

## NAPSUGÁRZÁSI ADATOK AZ ÉPÍTŐIPARI TERVEZÉS SZÁMÁRA Építéstudományi Intézet, Budapest, 1969 (222 old)

### ***Döntően függőleges felületekre vonatkozó táblázatokat tartalmaz:***

- 1954-68 között KMI aerológiai főobszervatóriumában mért direkt és diffúz sugárzás adatokból a vízszintesre
- ugyanezekből számított adatokat állítottak elő a **függőleges felületekre 10 fokos azimut lépcsőkben** minden hónap sugárzás szerinti középső napjára és minden óráközépre
- direkt, diffúz és összes napsugárzás, együtt a **3 mm vastag üvegen bejutó értékkel**

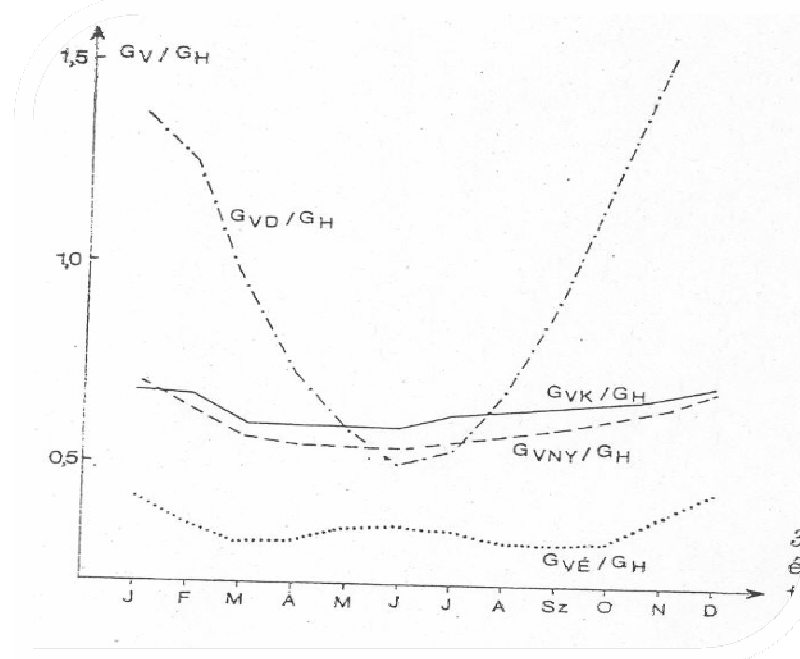
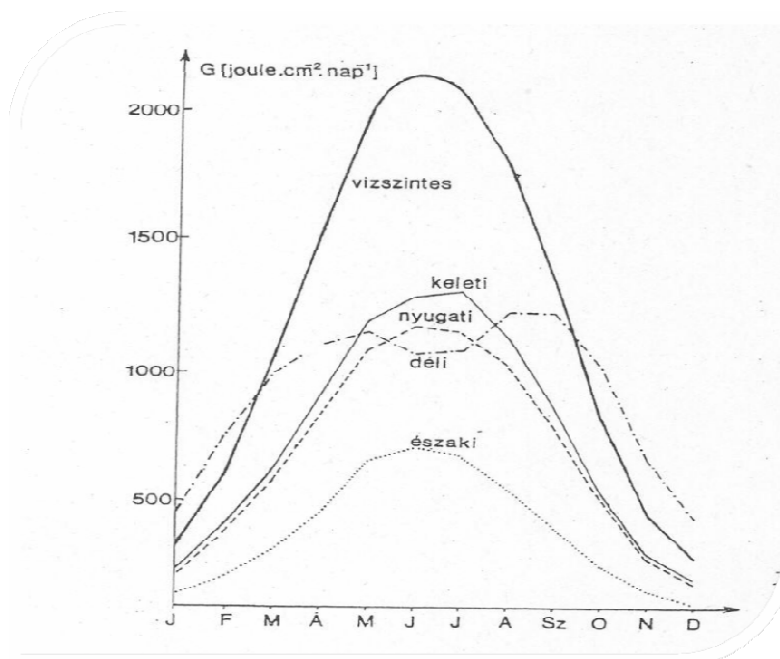


# 1979: Takács Olga Időjárás cikke

## Vertikális felületekre jutó napsugárzási energia

*Időjárás, 83. évf 3.szám. 137-144*

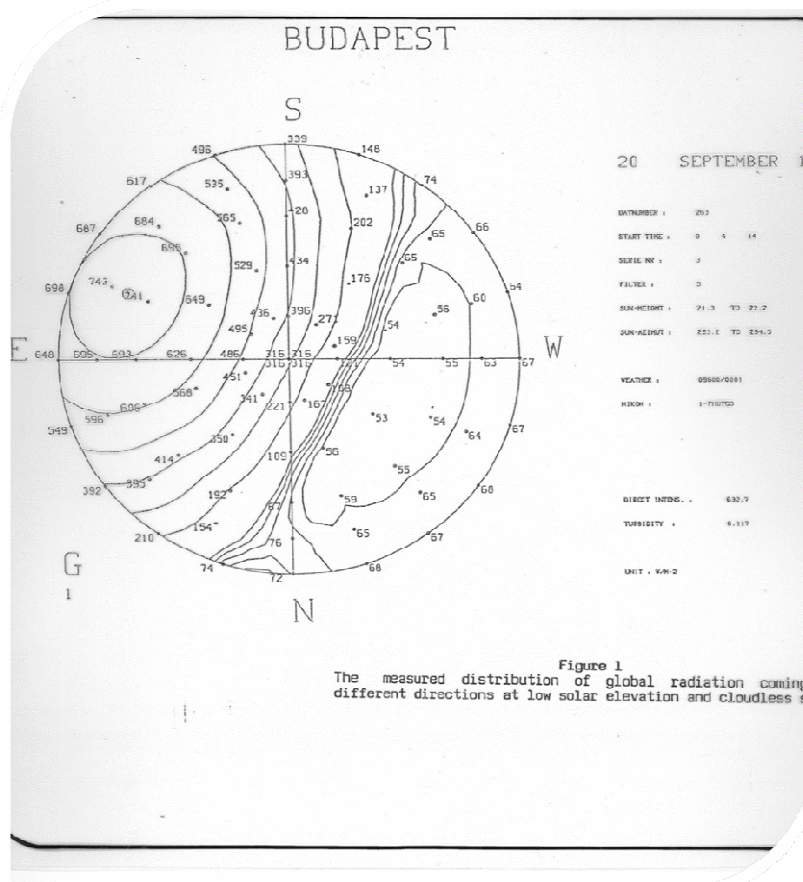
A négy főégtáj irányába néző falakra jutó napsugárzási energia mérése a Központi Légekörfizikai Intézetben 1968 decemberétől 1977 januárjáig (teljes 8 év)



**Globálsugárzás éves menete a vízszintes és a négy főégtáj irányítású függőleges ill. a horizontálishoz viszonyított felületeken**



# 1985: Valkó Péter mérő-kocsijának üzemelése



**1985. szept. KLF1**

Mérte az összes beérkező napsugárzási energiát **77 különböző irányú felületre.**

(Négy műszer közel **6 perc** alatt tapogatta végig az égboltot)

*Időjárás, 1986. 1. szám*

A négy főégtájú falra és a vízszintesre érkező összes sugárzásból jól számítható **tetszőleges irányú lejtőre jutó sugárzás.**



# A Napsugárzás Magyarországon 1958 – 1972

**OMSZ Hivatalos Kiadványai, Magyarország Éghajlata  
10. szám, Budapest, 1976**

***Szerkesztette: Major György***

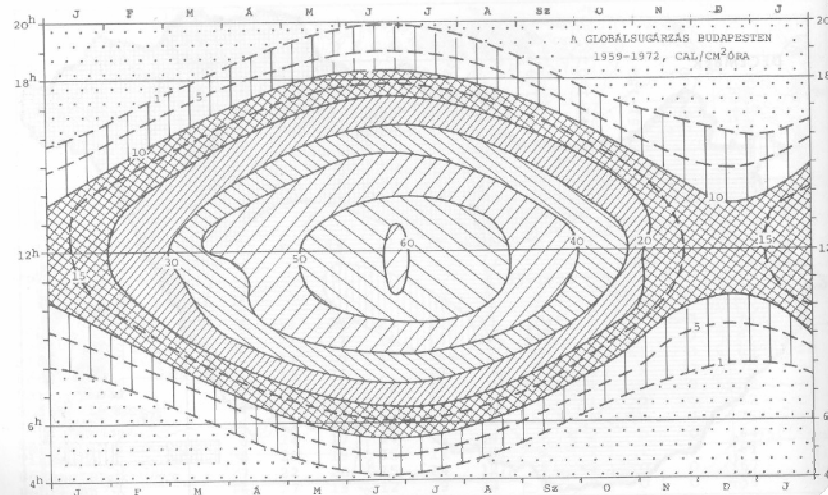
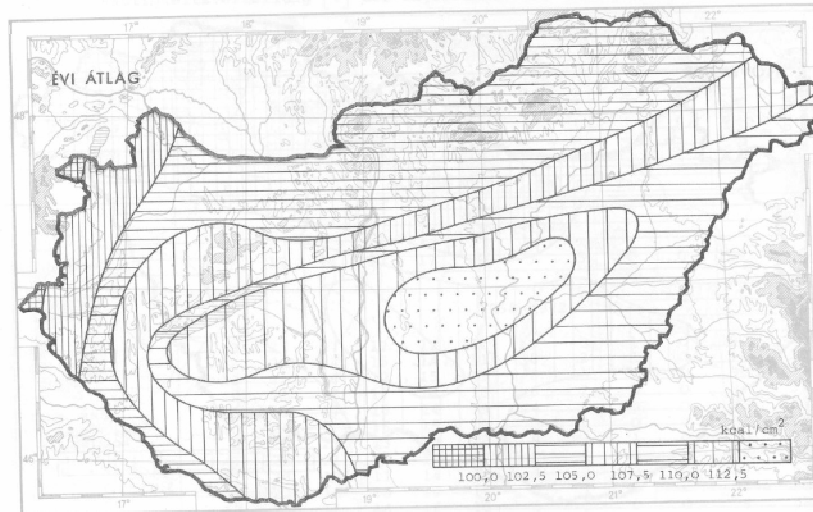
***Összeállították: Morvay Anna, Takács Olga, Tárkányi  
Zsuzsanna, Weingartner Ferenc***

**A 12 Robitzsch műszer (+ 40 napfénytartam mérő)  
15 éves adatsora alapján havi és évi térképek  
Magyarországra**

**A fal-mérésekből 5 éves adatsorból napi összegek  
gyakorisági eloszlásai**



A GLOBÁLSUGÁRZÁS



***A 15 éves adatsorból készült éves térkép és a budapesti adatokból készült izoplétás térképek.***



# World Maps of Relative Global Radiation

Annex to „Meteorological Aspects of the Utilization of Solar Radiation as an Energy Source”

**WMO Technical Note No. 172 WMO No. 557, 1981**

**Készítették: Major Gy., Miskolczi F., Putsay M.,  
Rimóczi-Paál A., Takács O., Tárkányi Zs.**

**•Az első méréseken alapuló globális térkép!**

**•Műholdas relatív fényesség 4 éves (1967-70) adatsorából,  
USA National Climatic Center**

**•227 északi féltekei, 42 déli féltekei felszíni állomás  
ugyanazon időszakból mért adataiból**



# WORLD METEOROLOGICAL

TECHNICAL NOTE N

# METEOROLOGICAL OF THE UTILIZATION OF SOLAR ENERGY AS AN ENERGY SOURCE

ANNEX

WORLD MAPS  
OF  
RELATIVE GLOBAL RADIATION



WMO - No. 557

## WORLD MAPS OF RELATIVE GLOBAL RADIATION

Prepared by

G. Major, F. Miskolczi, M. Putsay  
A. Rimóczi-Paál, O. Takács, Z. Tárkányi

Meteorological Service of the Hungarian People's Republic  
Budapest, Hungary

To contribute to the UN Conference on New and Renewable Sources of Energy (Nairobi, August 1981), the World Meteorological Organization has decided to prepare world maps from which the monthly and annual global radiation can be derived, and an overall picture of the distribution of solar radiation as an energy source can be evolved.

The radiation which would reach the surface of the Earth in the absence of clouds and of the atmosphere, can be calculated on the basis of pure astronomical relationships. These so-called "astronomically possible global radiation values" calculated by using  $1370 \text{ Wm}^{-2}$  as solar constant, are given in Table I in  $\text{MJm}^{-2}$  units for each month and for the year by 5 degrees of latitude.

Direct information about the real absolute incoming solar energy may be obtained from surface measurements of global radiation at places where specially equipped meteorological stations are maintained and operated. Unfortunately, the network of such radiation stations is not sufficiently dense for world-wide mapping even on the northern hemisphere, not to mention the other half of the globe. Therefore, an early attempt was made to use satellite measurements for filling the gaps and thereby obtaining an overall picture.

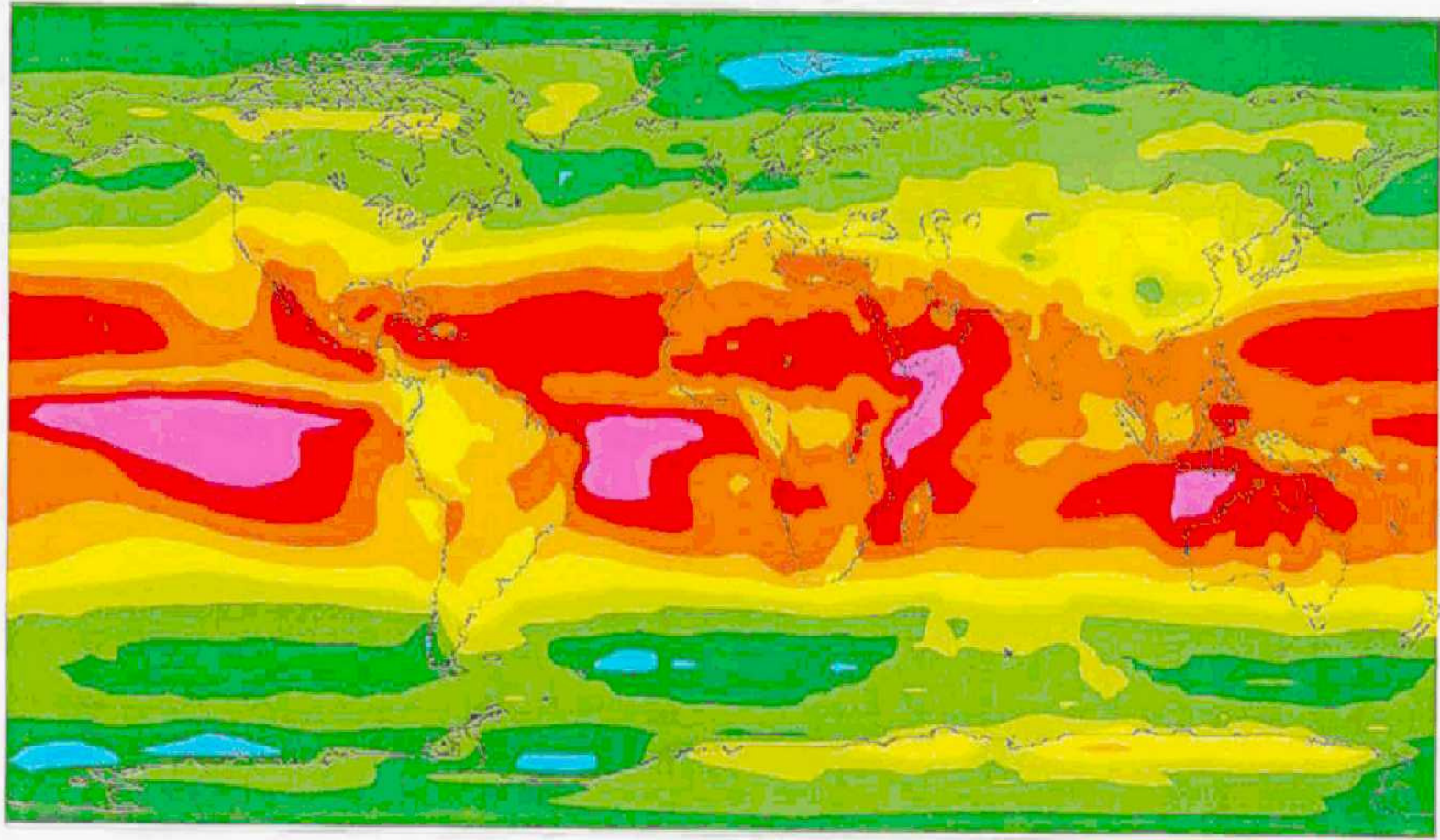
This attempt was based on the assumptions that:

- (a) The brightness values obtained by satellites are in strong correlation with cloudiness;
- (b) Cloudiness, in turn, affects the global radiation that reaches the Earth's surface; and consequently
- (c) Satellite brightness data can be transformed by some suitable procedure into some meaningful radiation parameters.

The procedure applied consisted in establishing an empirical relationship between the satellite data and the "relative global radiation" (defined as the percentage ratio of actual surface global radiation to the astronomically possible global radiation), using the available surface global radiation data as reference values.

# NASA térkép (Whitlock, 1995)

Whitlock et al. (Whitlock & Angley, 1993, *SI/MS*, pp.905-910)  
46 hónap (1985. márc. – 1988. dec.) műholdas mérésekből





## A WMO-nak készült térkép és a NASA térkép összehasonlítása:

<b>W/m<sup>2</sup></b>	<b>Majorék</b>	<b>Whitlockék</b>
Pólus	120	120
Egyenlítő	275	260
Földi átlag	188	166





# A napenergia hasznosítás meteorológiai megalapozása Magyarországon

**Szerkesztette: Major György**

**Készítették: Takács Olga, Major György, Nagy Zoltán, Rimócziné Paál Anikó**

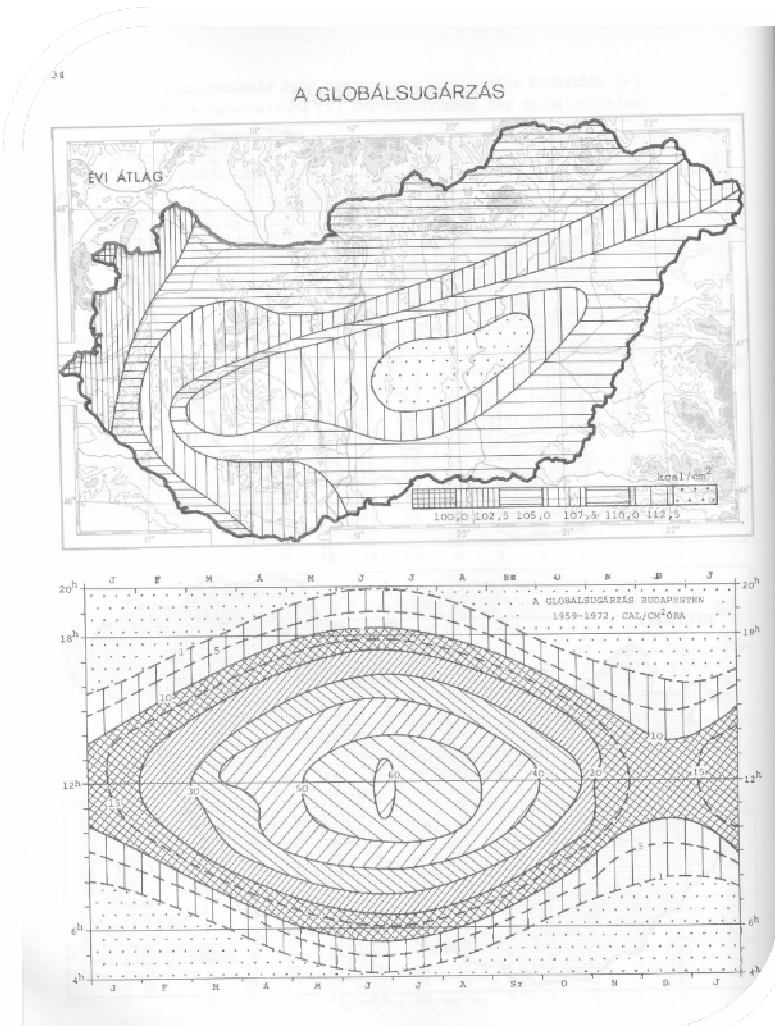
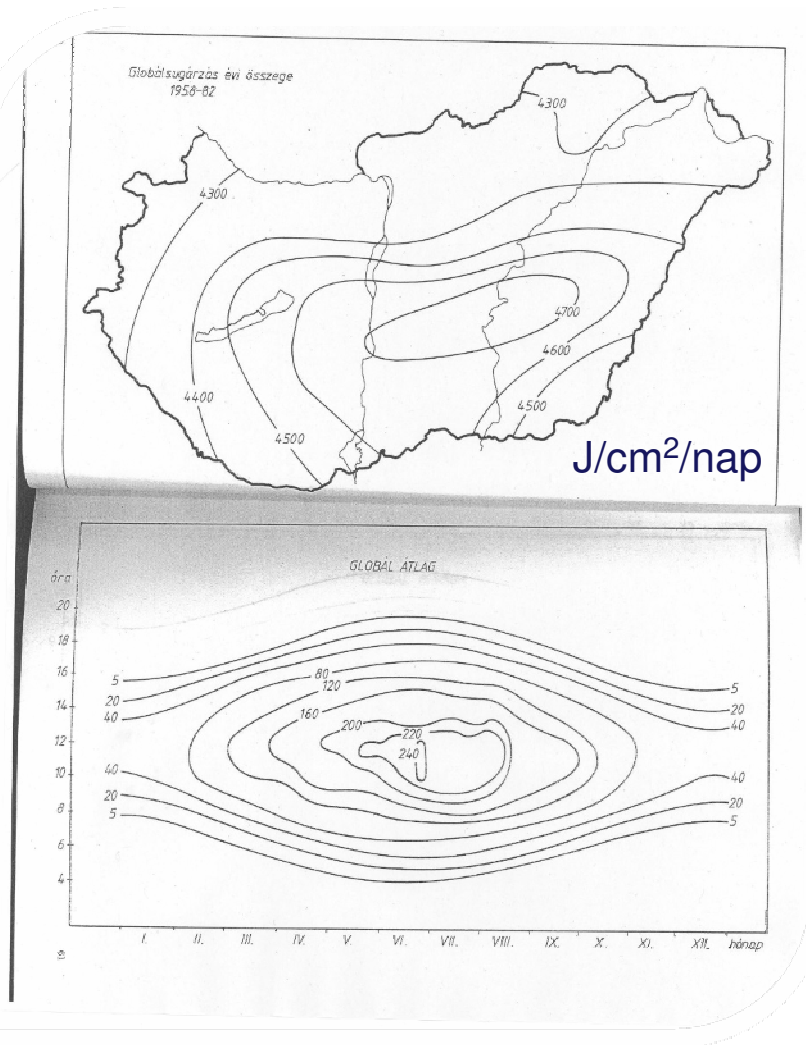
**ÉTI-85. 132, Budapest, 1985 (189 old.)**

## **Komplex statisztikai összeállítás:**

- 25 éves adatsorból térképek**
- 8 éves (1969-76) adatsorból függőleges felületek adatai**
- Optimális lejtőirányok**
- Sugárzási minimumok és maximumok**
- Szélső sugárzási értékek együttes előfordulása hőmérséklettel és széllel**



# 25 és 15 éves adatsorból izoplétás térképek





# Tipikus Meteorológiai Év Szerkesztése

Szerkesztette: Major György

OMSZ kisebb kiadványai 68. szám, Budapest, 1992

- Más néven: **teszt referencia év**. Egy időszak éghajlatának speciális jellemzése.
- Egyéves **óránkénti adatsor** sok meteorológiai elemből, számítógépes modell teszteléshez, floppyn tárolva és külön kinyomtatva
- Az Európai Gazdasági Közösség 28 állomásáról készültekkel összhangban összeállítva, **OTKA pályázat keretében**
- Igen komplex munka, sok résztvevővel, **15 éves adatsor** feldolgozásával
- Megj. manapság műholdas adatokat használnak

**RÖVIDÍTETT ZÁRÓJELENTÉS**  
az OTKA 1844.számú téma munkáiról

1. A téma címe: Tipikus sugárzásmeteorológiai év megszerkesztése
2. A témavezető: Dr.Major György OMSZ, a földtudományok doktora
3. A kutatás időtartama: 1986. novembertől 1989. decemberig.
4. A téma kutatásában közreműködők:  
Dr.Zöld András BME, egyetemi tanár, a műszaki tudományok doktora  
Dr.Gulyás Ottó OMSZ, osztályvezető, a matematikai tudományok doktora  
Farkasné Takács Olga OMSZ, tudományos főmunkatárs  
Nagy Zoltán OMSZ, tudományos munkatárs  
Tóth Zoltán OMSZ, tudományos segédmunkatárs  
Kövérné Nagypál Zsuzsanna OMSZ, osztályvezető  
Szentimrey Tamás OMSZ, főelőadó  
Szűcs Zsuzsanna OMSZ, előadó  
Durayné Vértessy Mária OMSZ, főelőadó  
Matyasovszky István ELTE Meteorológiai Tanszék, tanársegéd  
Zemplényi Lászlóné OMSZ, osztályvezető  
Rákóczi Ferencné OMSZ, osztályvezető  
Boldvai Ferenc OMSZ, előadó  
Révész Ágnes OMSZ, programozó

**Dr. Zöld András**  
**Dr. Gulyás Ottó**  
**Takács Olga**  
**Nagy Zoltán**  
**Tóth Zoltán**  
**Kövérné Nagypál Zsuzsanna**  
**Szentimrey Tamás**  
**Törökné Szűcs Zsuzsanna**  
**Durayné Vértessy Mária**  
**Matyasovszky István**  
**Zemplényi Lászlóné**  
**Rákóczi Ferencné**  
**Boldvai Ferenc**  
**Révész Ágnes**





## 1985-ig cikkek

### TÉMAKÖRÖK:

- Légkör határára ért sugárzás
- Légköri visszaverődés, szóródás, elnyelés
- Sugárzás hatásai
- Globálsugárzás
- Albedó
- Sugárzásegyenleg
- Napsütéstartam
- Naptevékenység
- Színképek...

### SZERZŐK:

Aujeszky László,  
Gajzágó László,  
Kovácsné Pataki Márta,  
Miskolczi Ferenc,  
Papp Judit,  
Rimócziné Paál Anikó, Nagy  
Zoltán,  
Tóth Zoltán ....

*Forrás: Meteorológiai Bibliográfia*



# Magyarországi szél és **napenergia** kutatás eredményei

NKTH PÁLYÁZAT 2002-2006

**Témavezető: Major György**

(OMSZ, Budapest, 2006, Szerk. Dobi Ildikó)

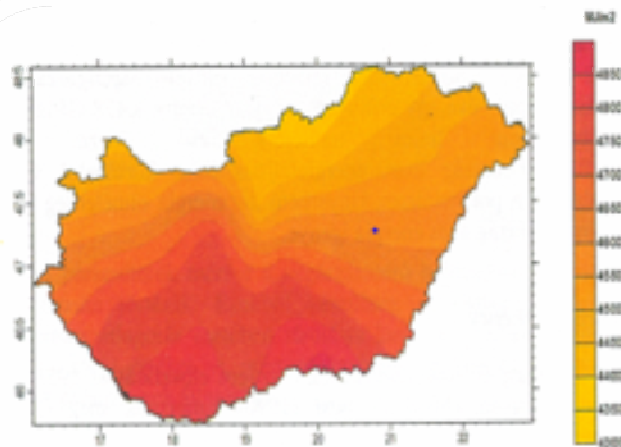
## **Döntően szélenergia**

## **A napenergia rész Bella Szabolcs, Nagy Zoltán és Németh Ákos munkája:**

- Napenergia potenciálbecslés (országos)
- Globálsugárzás térbeli, időbeli eloszlása (havi, éves)
- Ferde felületre jutó globálsugárzás meghatározása

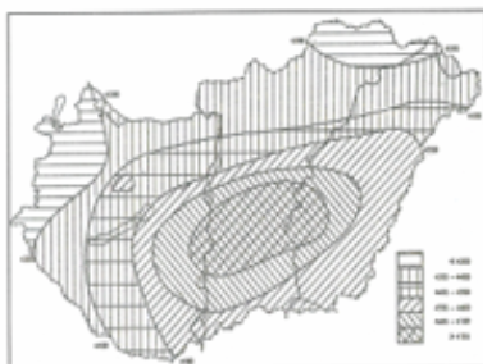


# Magyarországi szél és napenergia kutatás eredményei



4. ábra. A globálisugárzás évi összegeinek eloszlása [ $\text{MJ}/\text{m}^2$ ] 1997-2002 földrajzi koordináták szerint

**1997-2002 közötti 6 év,**  
**15 automata állomáson**  
mért globálisugárzás  
adtából számítógépes  
térképezés  
**Bella, Németh, Nagy**



3. ábra. A globálisugárzás évi összegeinek területi eloszlása [ $\text{MJ}/\text{m}^2$ ] 1951-1980 (Dávid és mtsai., 1990).

**1951-80 teljes 30 év,**  
**13 állomás,**  
44 poligon részben  
számított adatából,  
**Dávid, Takács és**  
**Tiringer,**  
OMSz Kisebb Kiadványai  
66, Bp. 1990



# Szélenergiás tevékenységek az OMSZ-ban

## Szórványos kutatások, szélstatisztikák (10 m)

1894: Hegyfokya Kabos

1953: Czelnai Rudolf

1956 Kakas József és Mezősi Miklós

1980-as évek: Ambrózy Pál, Wágner Magdolna,  
Tárkányi Zsuzsanna

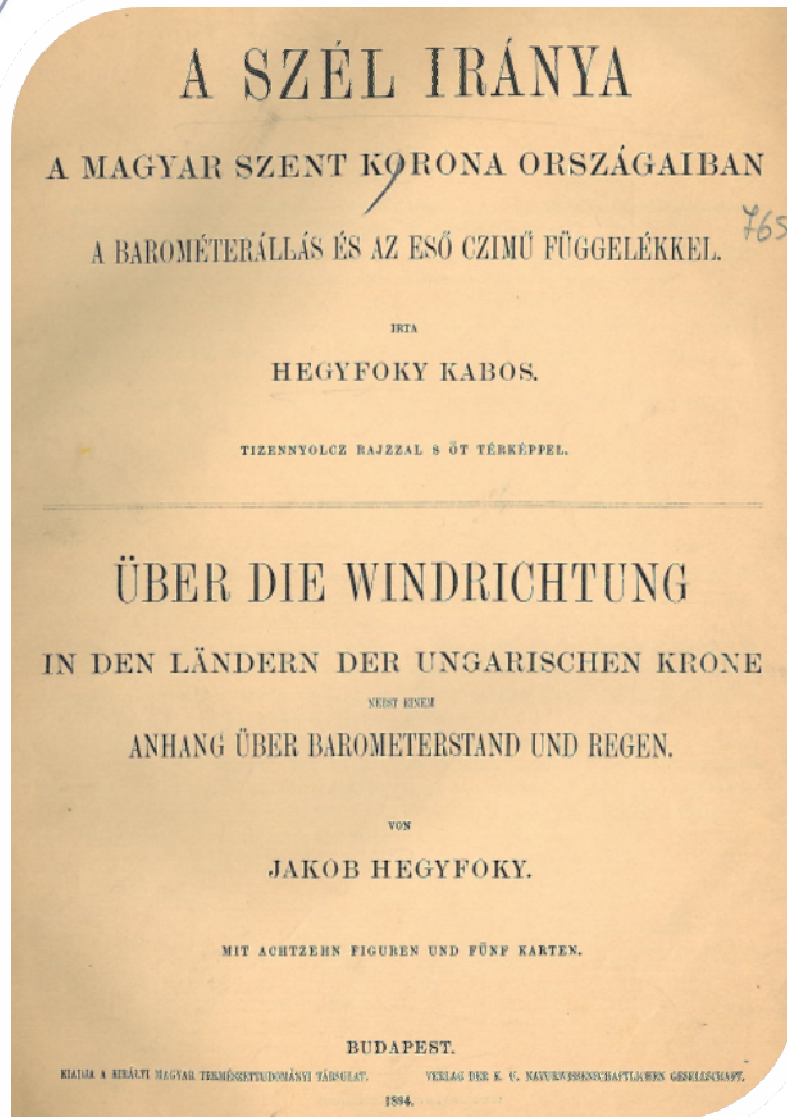
## Magassági szélmérések

1929 - 89 Pilot

2003 - Sodar



# 1894: Hegyfoký Kabos



Az MTA 1891-es pályázati felhívására készült.

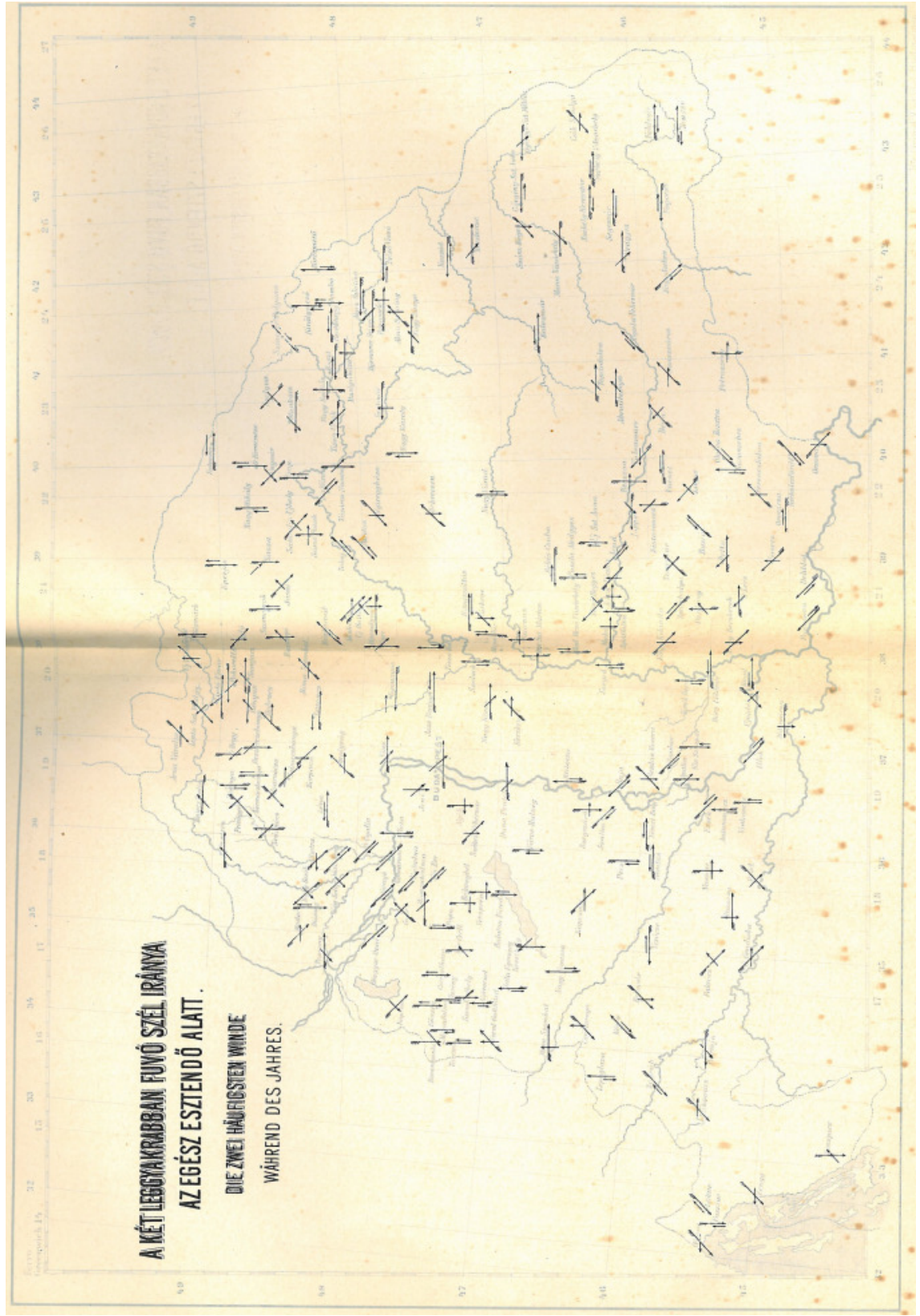
**(153 old, magyar-német)**

**„Hazánk szélviszonyait eddig senki tanulmánya tárgyává nem tette.”**

A magyar szent korona országainak **216 állomása, 1876-1885**

- **8 főégtáj szerinti gyakoriságok**
- **szélcsend gyakoriságok**
- **szélrózsák**







## „csak lassújárású kis teljesítményű szélmotor”

**Czelnai Rudolf, 1953:** A szélenergia felhasználásának néhány elméleti kérdése és lehetőségei hazánkban  
1953 Időjárás, 57 szám, 221-227

**„...hazánkban a szélenergia nem mutatható bőségesnek, sőt a régi felfogás felhasználását teljesen kilátástalannak tartotta...”  
(Tiszaörs 1940/41)**

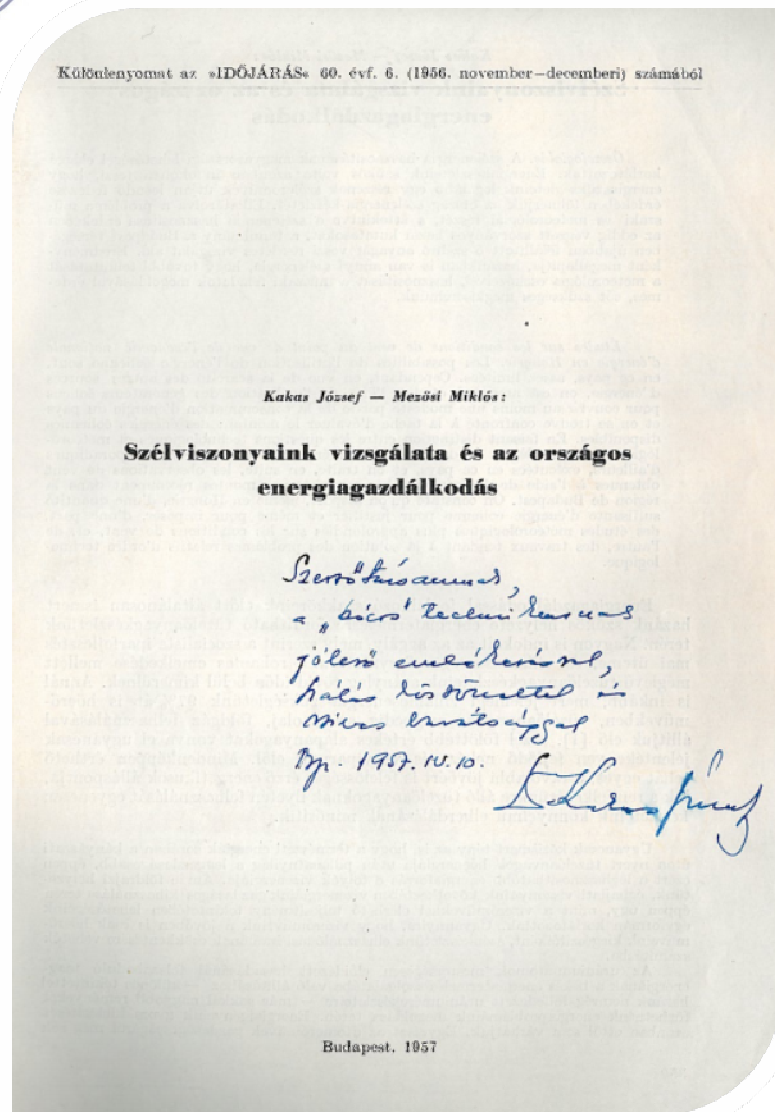
**Szokol Gyula, 1964:** A szélenergia hasznosításának kérdése Magyarországon. *OMSZ beszámoló az 1963-ban végzett kutatásokról. (10 állomás 30 év, órás széladata)*

Véleményünk szerint a szélenergia nagyüzemi hasznosítására – iparban és mezőgazdaságban egyaránt – nálunk nincs lehetőség. A bemutatott viszonylag részletes feldolgozás negatív eredményt hozott – megegyezően a Műegyetem 30 év előtti eredményével. További kutatások célja ezen a téren a szelesebb helyek felderítése lenne.





# 1956: Kakas József, Mezősi Miklós



„lehetőségek korlátozottak ...  
**egyáltalán nem kilátástalan**”

Korábbi (pl. BME) mérések városokban, szélárnyékos völgyekben folytak, az OMI mérések célja más

**(5 budapesti állomás, 5 év)**

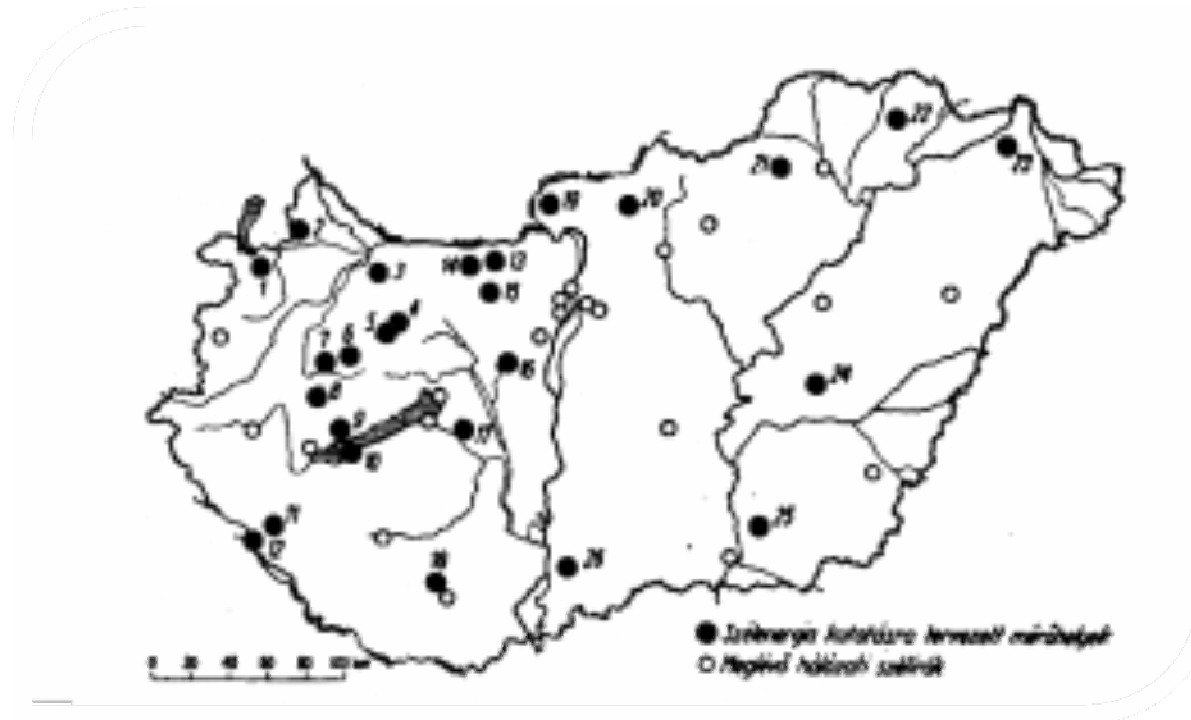
**..szükség lenne az ország széleenergia készleteinek (szeles helyek) felmérésére:**

- hegygerinceken,
- dombháton,
- völgybejáraton,
- hegnyergekben



# Javasolt szélmérő hálózat

„26 mérő állomás felszerelése,  
2-3 éven át történő működtetése lenne szükséges”



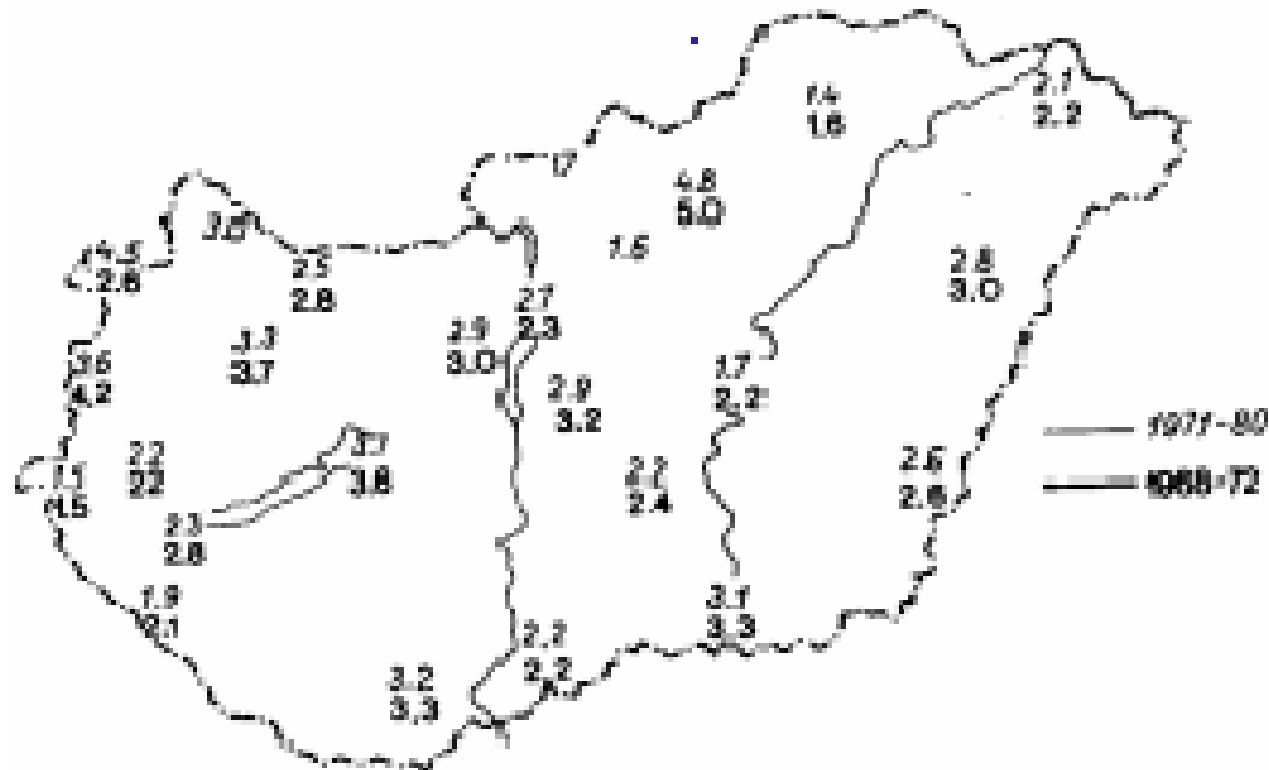
külföldi példák nyomán is, fel kell vetnünk egy külön erre a célra szervezendő szélenergiakutató intézet létesítésének gondolatát. Csak

Javaslat: egyetemek meteorológus és gépész, valamint társadalmi munkában foglalkozó szakemberek bevonásával...



# 1982: Wágner Magdolna – Papp Éva

**Komplex országos szélfeldolgozás**  
**OMSZ 5 évi órás adatsorai és pilot\* mérései alapján**  
*\*Pilot. 1929 + 60 év, 500 m, 22 mérőpont, Szepesi Dezső mtsai*



*A szélesebbség évi átlagai 1968-72, 1971-80*

*Forrás: Meteorológiai Tudományos Napok '82*



# 60-as évektől szélfeldolgozások

## TÉMAKÖRÖK:

Meteorológiai szélmérés

Maximális szellökések

Energiaforgalom

Szélenergia felhasználás

Balatoni szélviszonyok

Talajszél

Légáramlások

Tartamvalószínűségek

Szélirány gyakoriságok

...

## SZERZŐK:

Ambrózy Pál

Tárkányi Zsuzsanna

Bozó Pál

Czelnai Rudolf

Dési Frigyes

Ledács Kiss A.

Major György

Mezősi Miklós

Simon Antal

...

**Egyetemeken: ELTE Met. Tsz. (Bartholy Judit,  
Radics Kornélia, Kovács Attila, Péliné Németh  
Csilla...)**

**Debreceni Egyetem Met. Tsz. (Tör Károly)**



# Magyarországi **szél** és napenergia kutatás eredményei

NKTH PÁLYÁZAT 2002-2006

**Témavezető: Major György**

(OMSZ, Budapest, 2006, Szerk. Dobi Ildikó)

- Széladatok (pl. digitalizálása, és adatrögzítés)
- **Lokális szélmérések** (expedíciós torony és Sodar mérések)
- **Széleenergia becslés** (országos, lokális)
- **Magassági széltérképek**
- **Szélprofil vizsgálatok**
- **Szél előrejelzés és verifikáció** (ALADIN, MM5, ECMWF)

OMSZ kutatók: **Bihari Z., Birszki B., Fehér B., Horányi A.,  
Kertész S., Lábó E., Kolláth K., Németh Péter, Szentimrey T.,  
Szépszó G., Varga B., Wantuch F. és még sokan mások**



# Következtetés

*„1992-ig a hazai meteorológusok, különösen a sugárzási szakemberek, megtették mindent, ami addig megtehető volt a napenergia hasznosítás meteorológiai megalapozása érdekében”*

*Major György (2013.október 8.)*

*Napjainkban globálisan nagyobb ütemben bővülnek a megújuló kapacitások, mint a hagyományosak >>> a szél és napenergia felhasználása egyre több és speciálisabb meteorológiai fejlesztést és szolgáltatást igényel*

**Köszönöm a figyelmet!**