

AZ AROME MODELL GLOBÁLSUGÁRZÁS ELŐREJELZÉSÉNEK VERIFIKÁCIÓJA

*Tóth Zoltán¹, Morvai Krisztián¹, Nagy Zoltán¹,
Szintai Balázs²*

¹OMSZ Légekörfizikai és Méréstechnikai Osztály

²OMSZ Módszerfejlesztési Osztály

AROME

- **nem-hidrosztatikus mezoskálájú numerikus előrejelző modell**
- **nagyfelbontású, korlátos tartományú**
- **2000 óta (MeteoFrance koordinálásával) – ez a jövő!**
- **erőssége: ultrarövidtáv**
- **59 réteg a felszín és a 2,7 hPa nyomási szint között**
- **horizontális térbeli felbontás: 2,5 km**
- **napi kétszer fut az OMSZ szuperszámítógépén**

AROME nasugárzási outputok:

**Defaultban: csak globálsugárzás, sug. egyenleg
(ALADIN: globálsug, direkt sug., diffúz sug.)**

SUGÁRZÁS-ÁTVITEL KVANTITATÍV MODELLEZÉSE

Sugárzásátvitel: fotonok és közeg kölcsönhatása

Alapmennyisegek:

- szórási es abszorpciós optikai vastagság
- (spektrális) radiancia
- (spektrális) fluxus

Sugárzásátviteli feladat megoldása:

meghatározzuk a közeg tetszőleges pontjában, tetszőleges irányból érkező radiancia spektrális sűrűségét és ennek megváltozását a pont kis környezetében.

Radiancia megváltozását előidézi:

- emisszió
- abszorpció
- szórás

**Az s irányba haladó radiancia megváltozásában:
növekmény:**

- a pont kis környezetének emissziója**
- más irányokból az s irányba szórt radiancia**

csökkenés:

- a pont kis környezetében elnyelt radiancia**
- az s irányból kiszórt radiancia**

Az s irányba haladó radiancia leírása sematikusan:

$$dI_\lambda = \sigma_{\varepsilon\lambda} B_\lambda(T) + F_\lambda(s') - \sigma_{a\lambda} I_\lambda - \sigma_{s\lambda} I_\lambda$$

ahol:

dI_λ : az s irányba haladó sugárzás radianciájának megváltozása

$\sigma_{\varepsilon\lambda}$: emissziós koefficiens

$B_\lambda(T)$: forrásfüggvény (gerjesztési élettartam, relaxációs idő)

$F_\lambda(s')$: szórásfüggvény (megadja, hogy az s' irányból érkező sugárzásból mekkora rész szóródik hozzá az s irányúhoz)

$\sigma_{a\lambda}$: abszorpciós koefficiens

$\sigma_{s\lambda}$: szórási koefficiens

Sugárzásátviteli egyenlet:

$$-\frac{1}{\sigma_{\varepsilon\lambda}} \frac{dI_\lambda}{ds} = I_\lambda - B_\lambda(T)$$

Schwarzschild-féle integro-differenciál egyenlet

$$\frac{dI(s, \theta, \phi)}{k'(s)ds} = I(s, \theta, \phi) - \frac{\omega_0(s)}{4\pi} \int_{4\pi} p(s, \theta, \phi, \theta', \phi') I(s, \theta', \phi') d\Omega' - [1 - \omega_0(s)] I^*(\nu, T)$$

ahol:

$I(s, \Theta, \varphi)$

spektrális radiancia

$k'(s)$

extinkciós optikai vastagság

$\omega_0(s)$

egyszeres szórás albedó

$p(s, \Theta, \varphi, \Theta', \varphi')$

fázisfüggvény

$I^*(T)$

a hőmérsékleti sugárzást leíró spektrális

Planck-függvény és

$\Theta, \varphi, \Theta', \varphi'$

a sugárzás irányát kijelölő polárszögek.

Hullámhosszfüggés nincs jelölve

Formális megoldás – integrálegyenlet

$$\begin{aligned} I(s, \theta, \phi) = & I(s_0, \theta, \phi) \exp\left(-\int_{s_0}^s k'(s') ds'\right) \\ & + \frac{1}{4\pi} \int_{s_0}^s \omega_0(s') k'(s') \int_{4\pi} p(s', \theta, \phi, \theta', \phi') I(s', \theta', \phi') d\Omega' \exp\left(-\int_{s_0}^s k'(s') ds''\right) ds' \\ & + \int_{s_0}^s [1 - \omega_0(s')] I^*(\nu, T) \exp\left(-\int_{s_0}^s k'(s') ds''\right) ds' \end{aligned}$$

Megoldáshoz közelítések szükségesek

SZÜRKE KÖZELÍTÉS CSILLAGFOTOSZFÉRÁKBAN

Abszorpciós koefficiens (χ_ν) függ:

- közeg anyagának kémiai összetétele
- közeg anyagának hőmérséklete
- közeg anyagának sűrűsége

Színképvonalak tartományában χ_ν frekvenciától való függése igen jelentős. Ha nem kívánjuk a csillagszínkép finomszerkezetét vizsgálni, csak a vékony fotoszféra globális szerkezetére vagyunk kíváncsiak → eltekinthetünk χ_ν frekvenciafüggésétől →

→ felt: $\chi_\nu = \chi$ (szürke közelítés) →

→ optikai vastagság nem függ a frekvenciától (klímamodellekben használt sugárzásátvitel - széles spektráltartományok)

SZÜRKE KÖZELÍTÉS CSILLAGFOTOSZFÉRÁKBAN

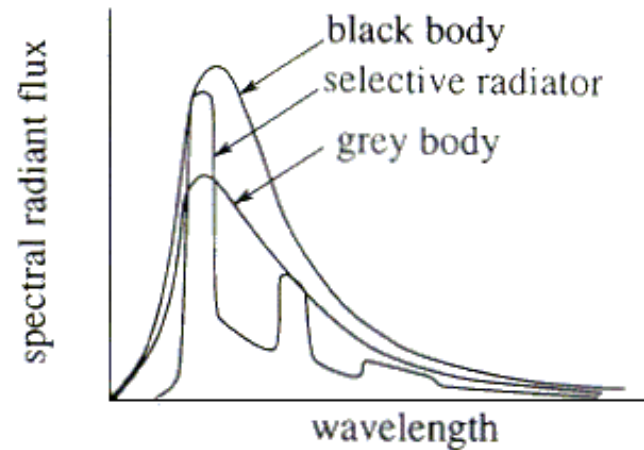
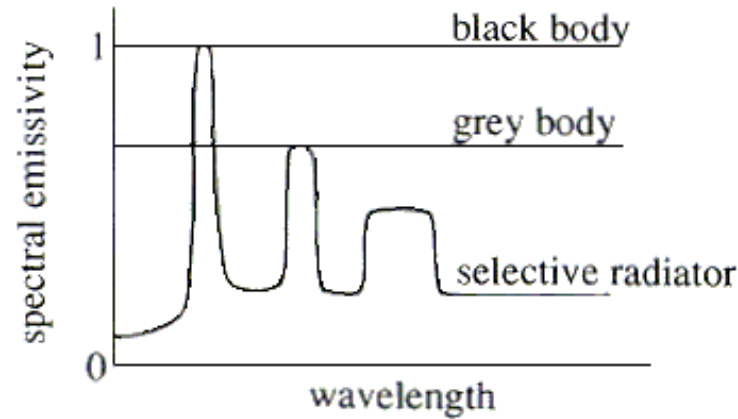


Figure 1.7.2 Radiators

Sugárzásátvitel AROME modellben:

RRTM (Rapid Radiation Transfer Model)

Spektrális modell, „ügyesen” egyszerűsítve, más-más módon a látható és az infravörös tartományban

Verifikáció:

- csak 3 hónap (2013. április, június, augusztus) megfelelően kiválasztva:

- több évszak, legváltozékonyabb hónap**
- elegendő számú derült nap**

Ok: az előrejelzett glob. sug. nincs archiválva, újra kellett a modellt futtatni – nagy gépidő

- (i) napi összegek**
- (ii) első félnapi (DE) összeg***
- (iii) második félnapi (DU) összeg***

*** időegyenlítés figyelembe véve**

- Numerikus modellező kollégák kérésére: 2013. márciustól

- Relatív hiba vagy abszolút hiba?

(nullához közeli vagy nulla értékek nincsenek)

- **AROME előrejelzett glob. sug: 12 UT-s futtatásokból**
- **Mért referencia értékek: OMSZ mérései**
OMSZ mérőhálózatában: 40 globálsugárzásmérő állomás
- **verifikáció a legmegbízhatóbb 21 kiválasztott állomásra**
(kiválasztás Nagy Z. módszerével)

Egy adott állomásra vonatkozó előrejelzett érték előállítása:
vettük azt a rácspontot, amelybe az adott állomás esik, és a
körülötte lévő szomszédos

- (i) 4 rácspontra érvényes előrejelzett értékek átlagát képeztük**
- (ii) 8 rácspontra érvényes előrejelzett értékek átlagát képeztük**

Az előrejelzett érték relatív hibája:

$$RE = \frac{X - X_m}{X_m} \bullet 100$$

ahol:

RE : relatív hiba

X : modell által előrejelzett érték (J/cm^2)

X_m : mért érték (J/cm^2)

Hibák relatív gyakorisága:

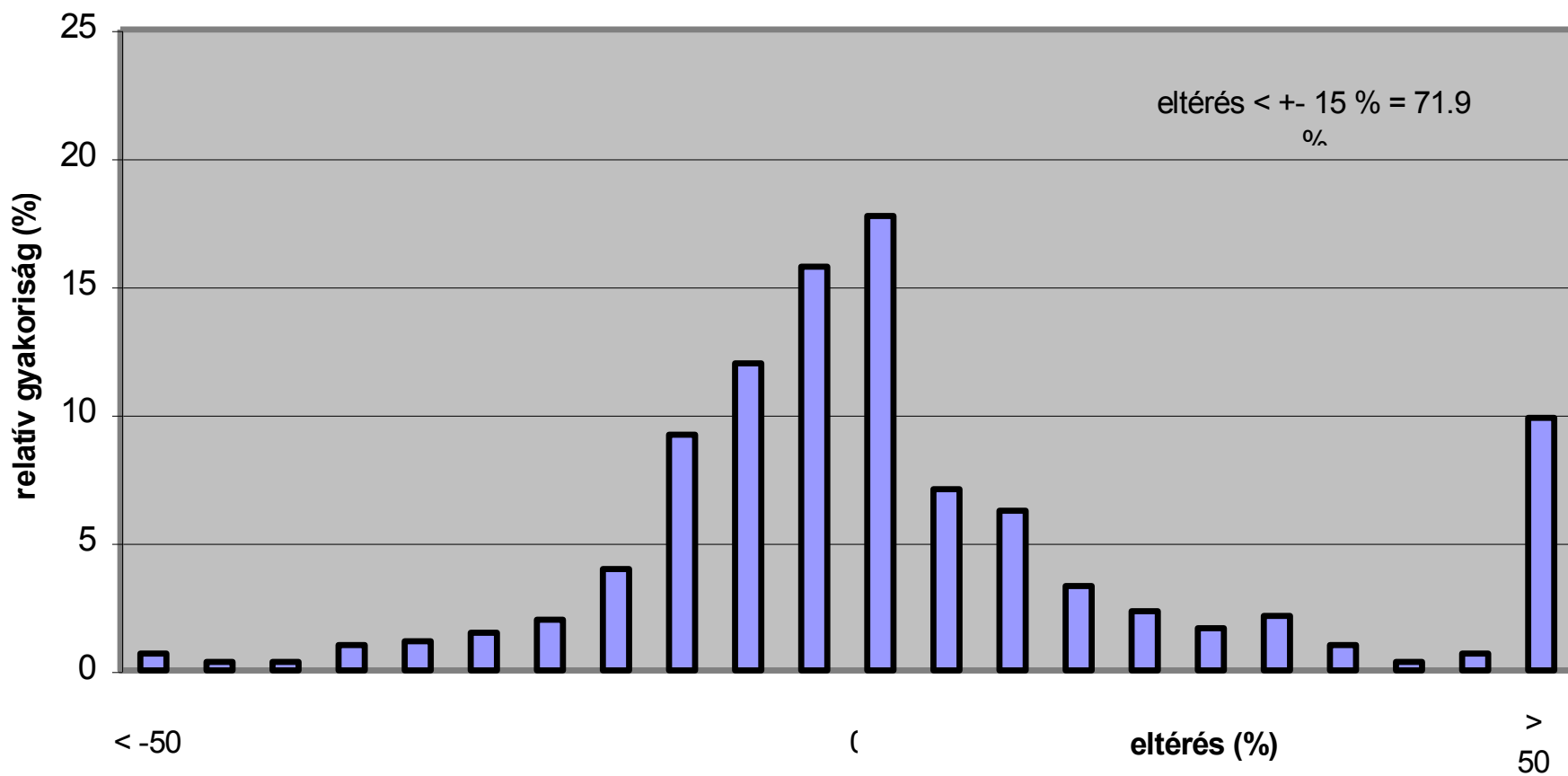
- 5 %-os kategóriák

- százalékos relatív gyakoriságok

EREDMÉNYEK

NAPI ÖSSZEGETEK – 4 rácspont

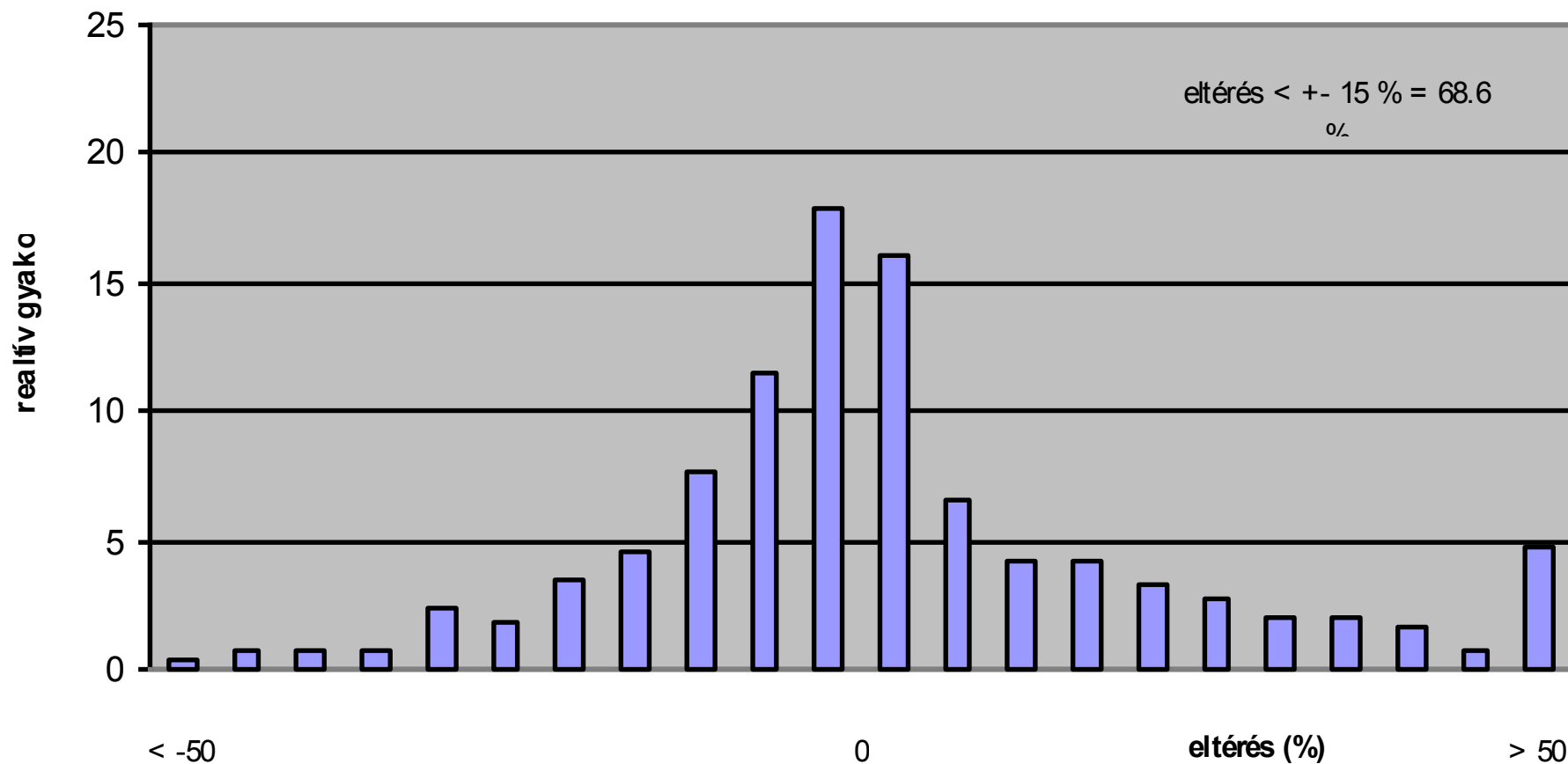
napi összeg (előrejelzett - mért) relatív gyakorisága, 2013. 04.



EREDMÉNYEK

NAPI ÖSSZEGETEK – 4 rácspont

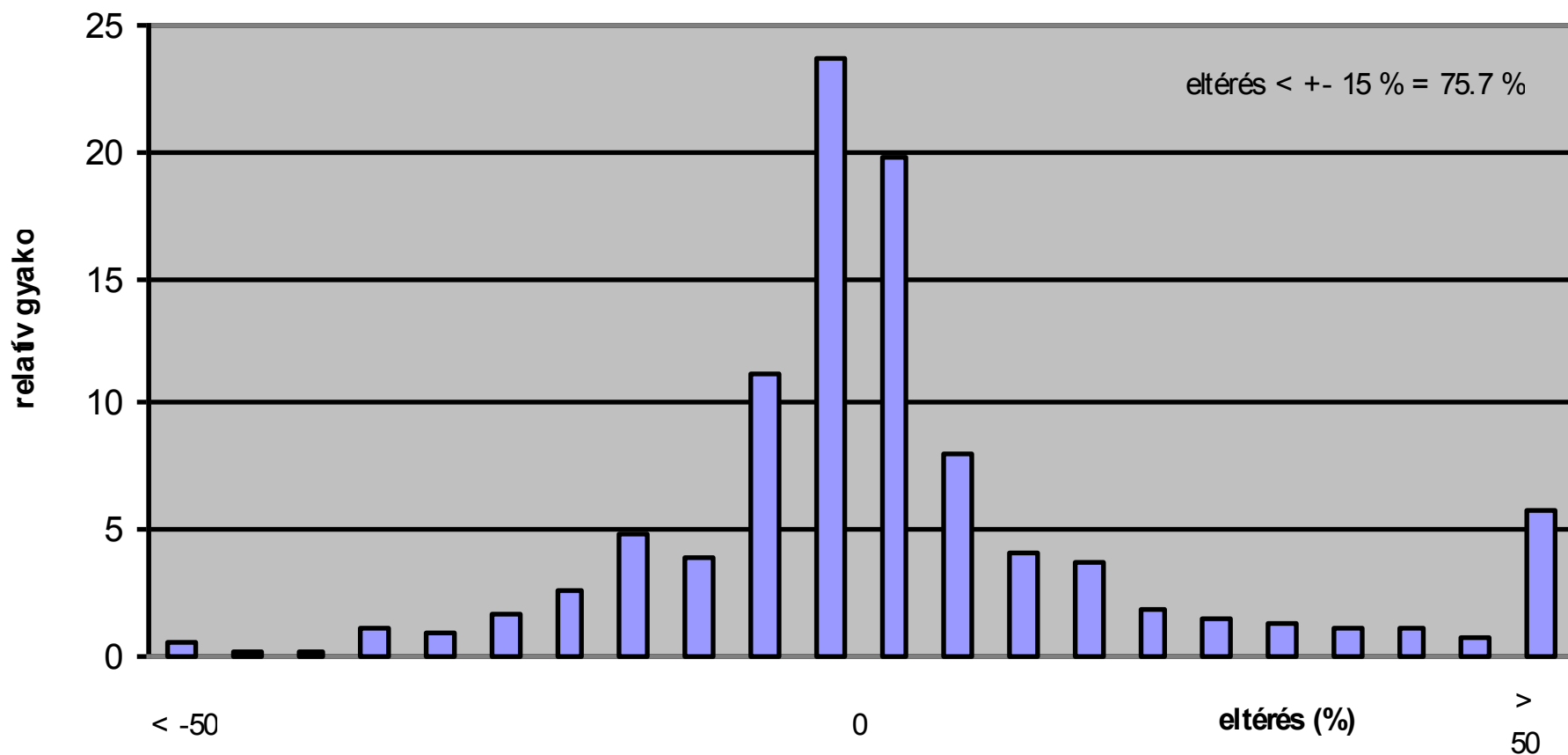
napi összeg (előrejelzett- mért) relatív gyakorisága, 2013.06.



EREDMÉNYEK

NAPI ÖSSZEGEK – 4 rácspont

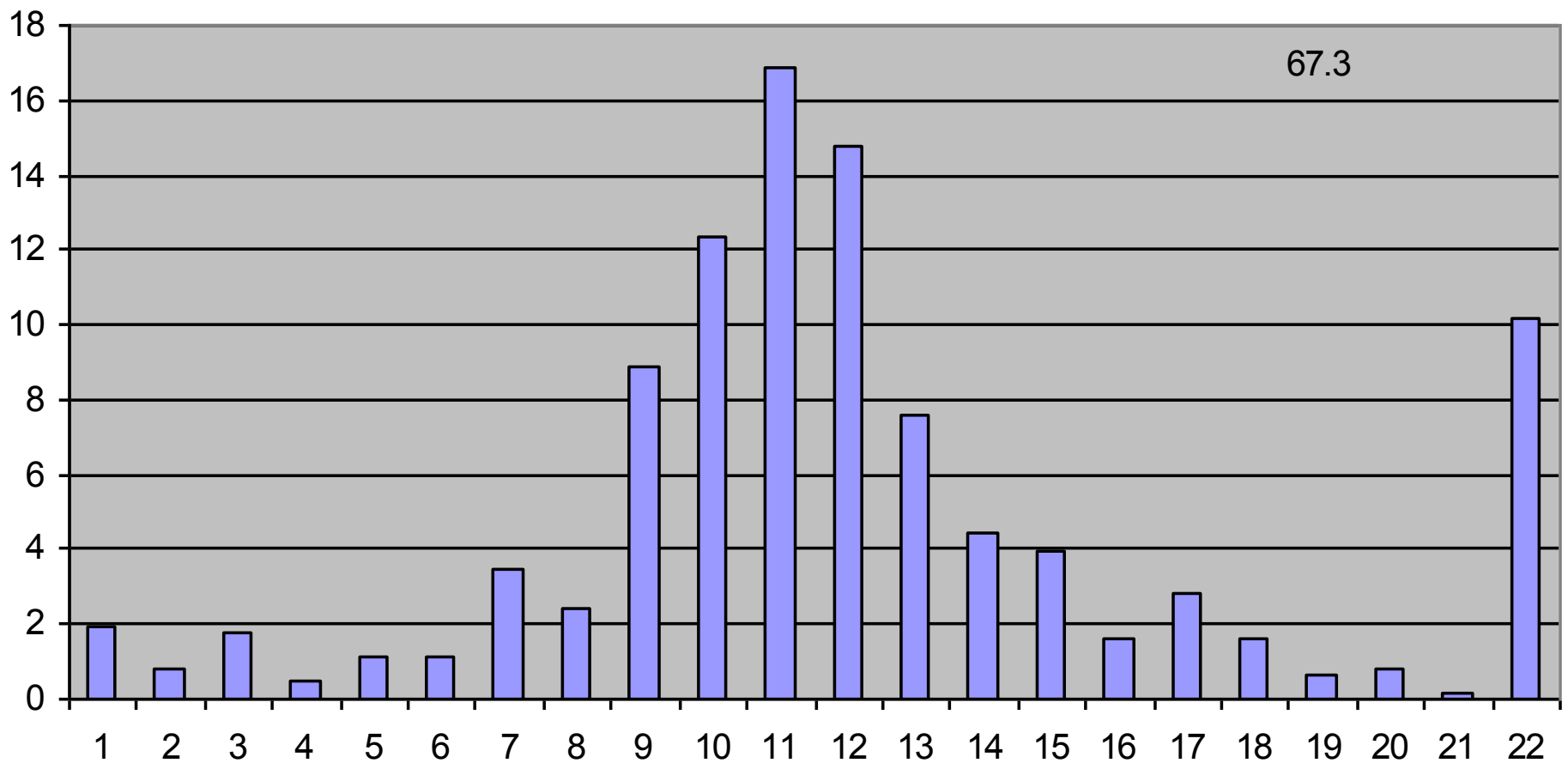
napi összeg (előrejelzett-mért) relatív gyakorisága, 2013.08.



EREDMÉNYEK

NAPI ÖSSZEGEK – 8 rácspont

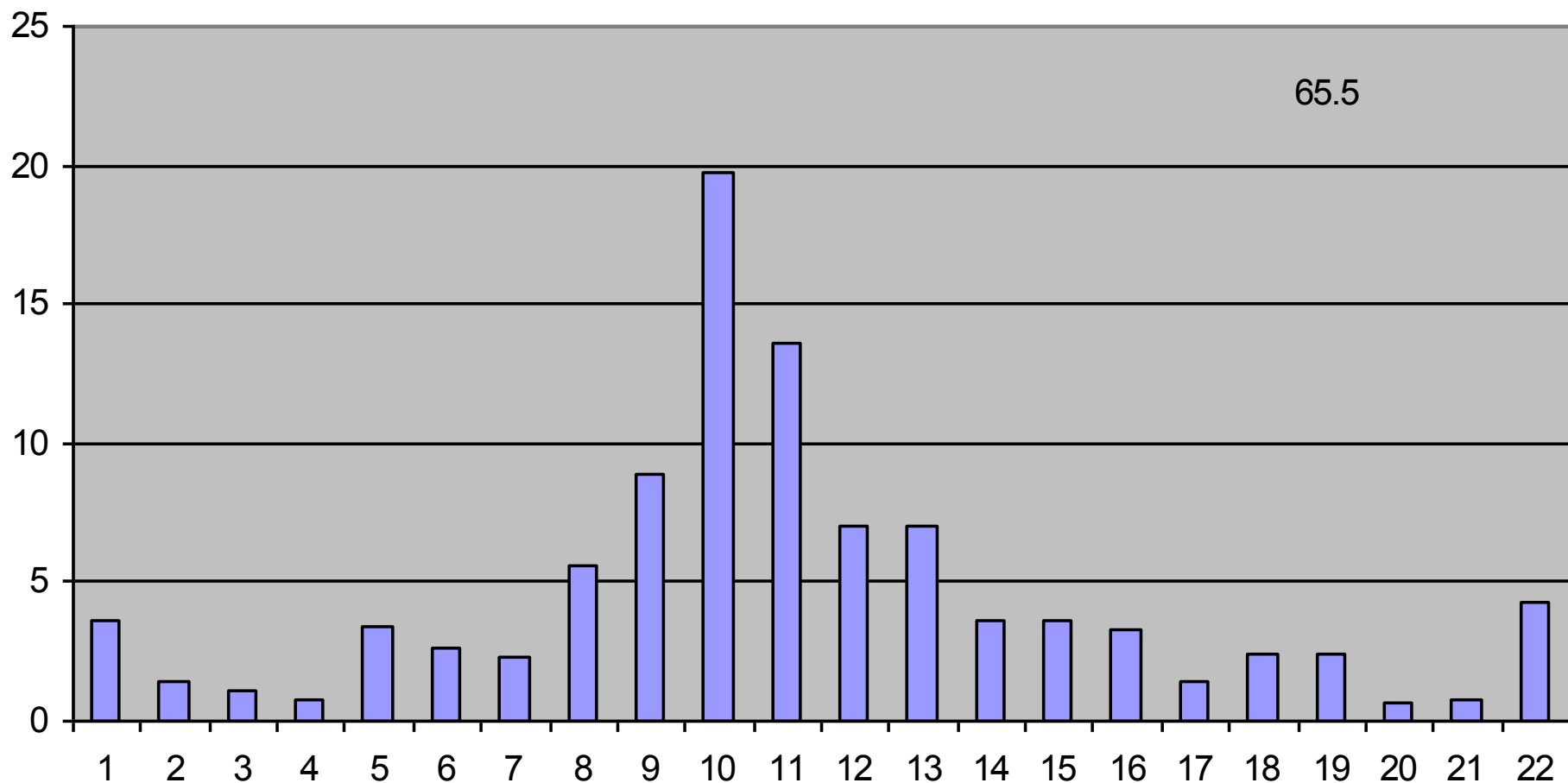
2013.04.



EREDMÉNYEK

NAPI ÖSSZEGETEK – 8 rácspont

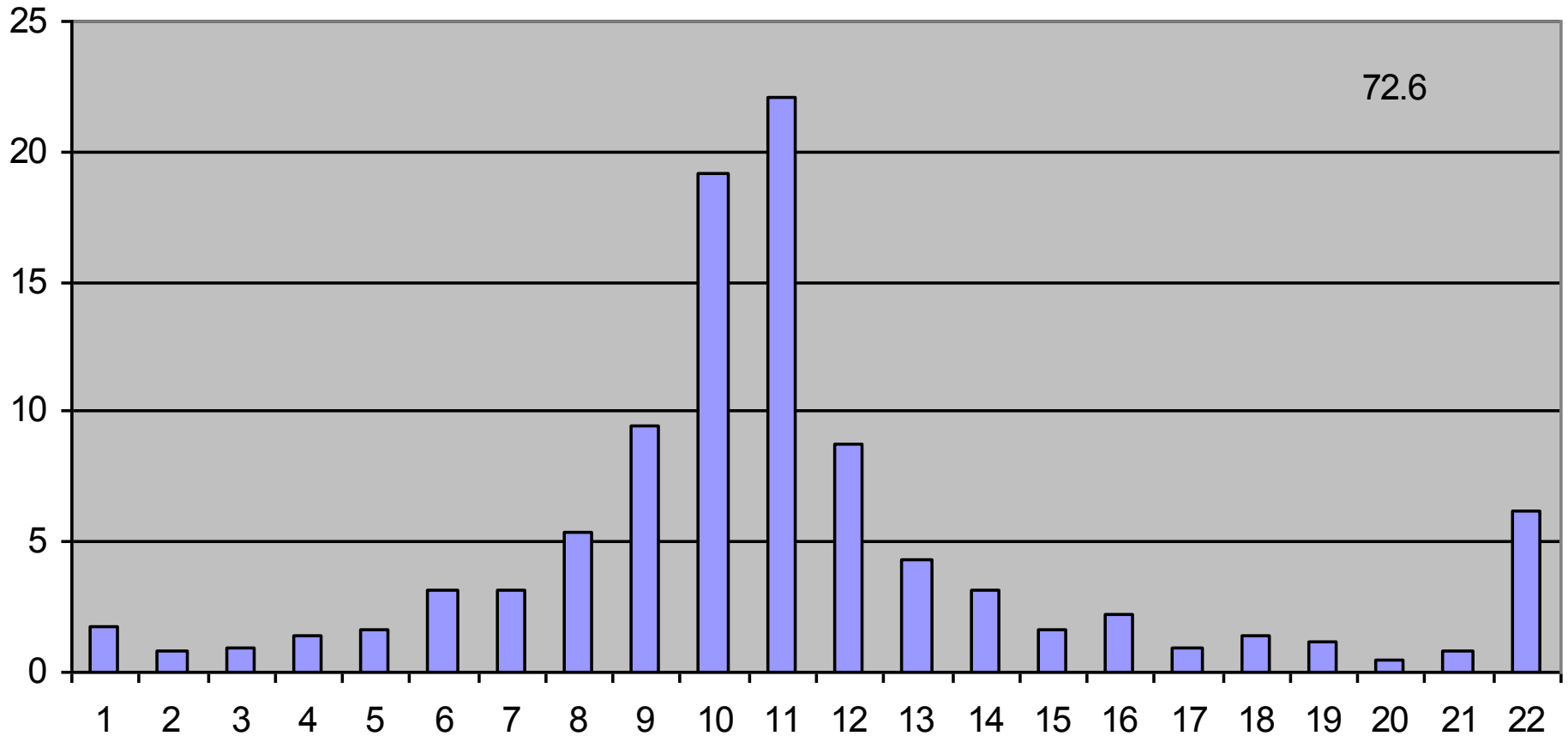
2013.06.



EREDMÉNYEK

NAPI ÖSSZEGEK – 8 rácspont

2013.08.



EREDMÉNYEK

NAPI ÖSSZEGEK

Hónap	DEV < 15 %	
-----	4 rp	8 rp

Április	71,9	67,3
Június	68,6	65,5
Augusztus	75,7	72,6

Aszimmetria (4 rp) : ápr – alábecslés, jún, aug – kis fölébecslés

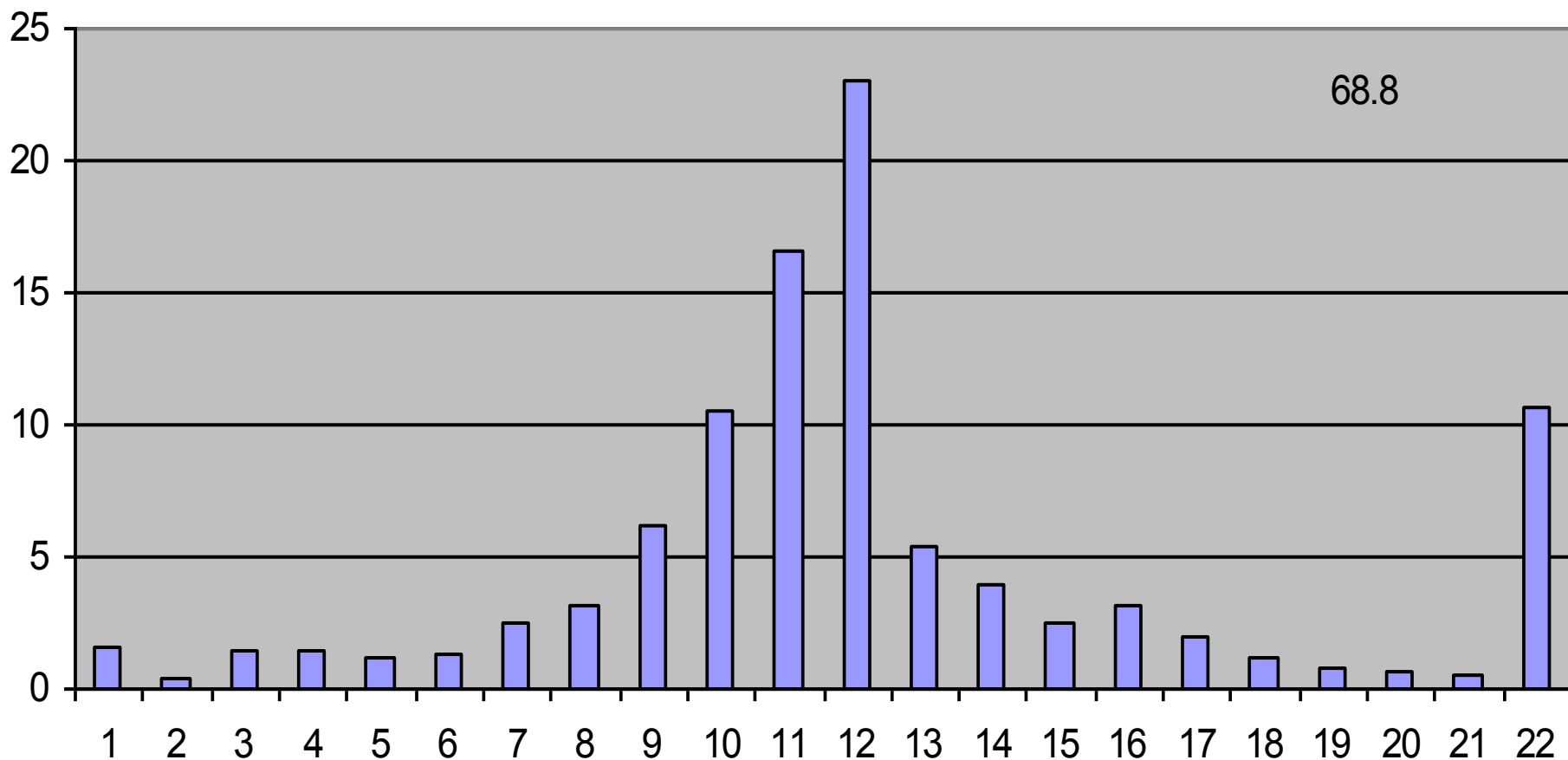
Aszimmetria (8 rp): alábecslés

Extrém hibák: (i) legtöbb áprilisban (ii) mindig felülbecslések

EREDMÉNYEK

DÉLELŐTTI ÖSSZEGEK

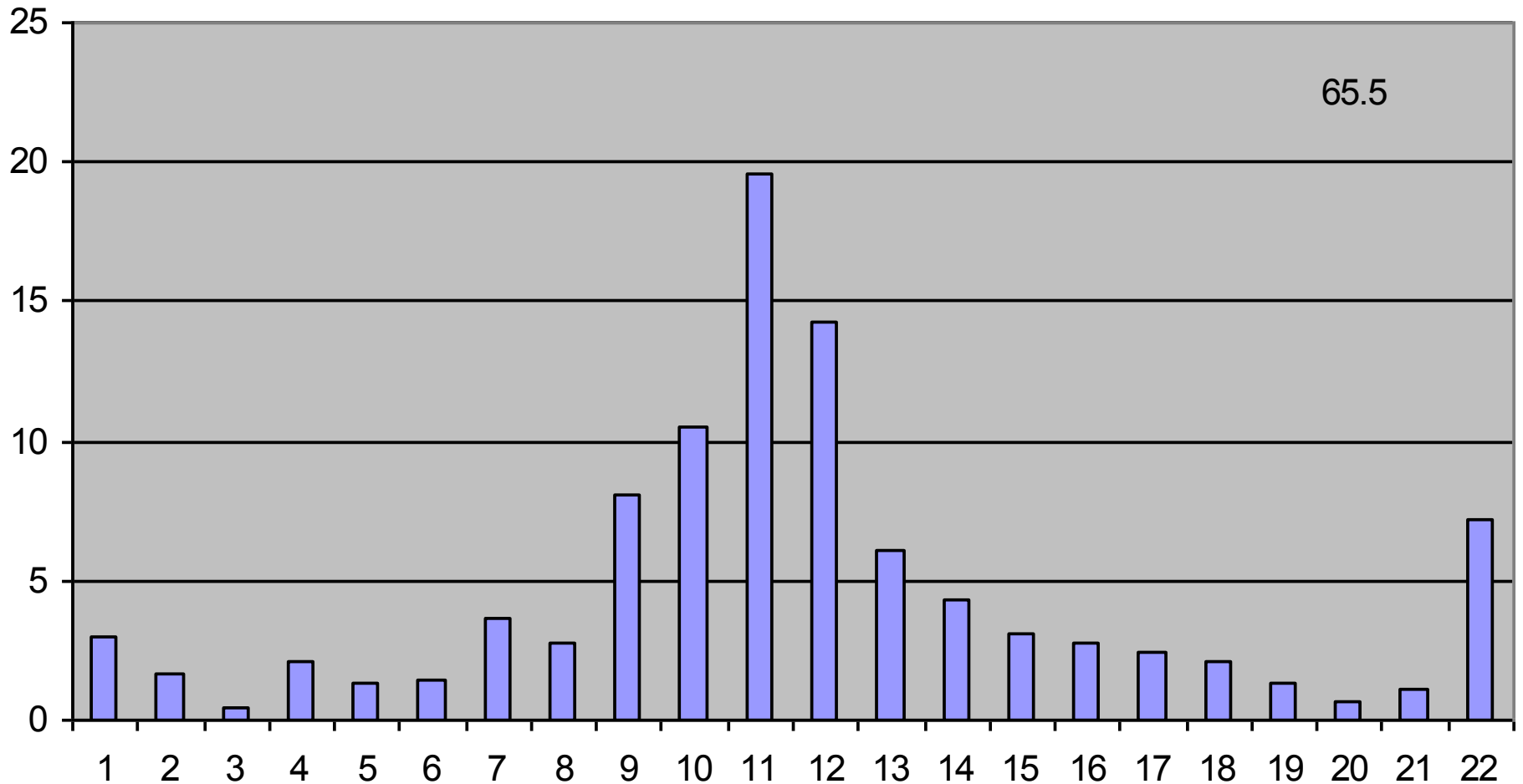
2013. 04.



EREDMÉNYEK

DÉLELŐTTI ÖSSZEGEK

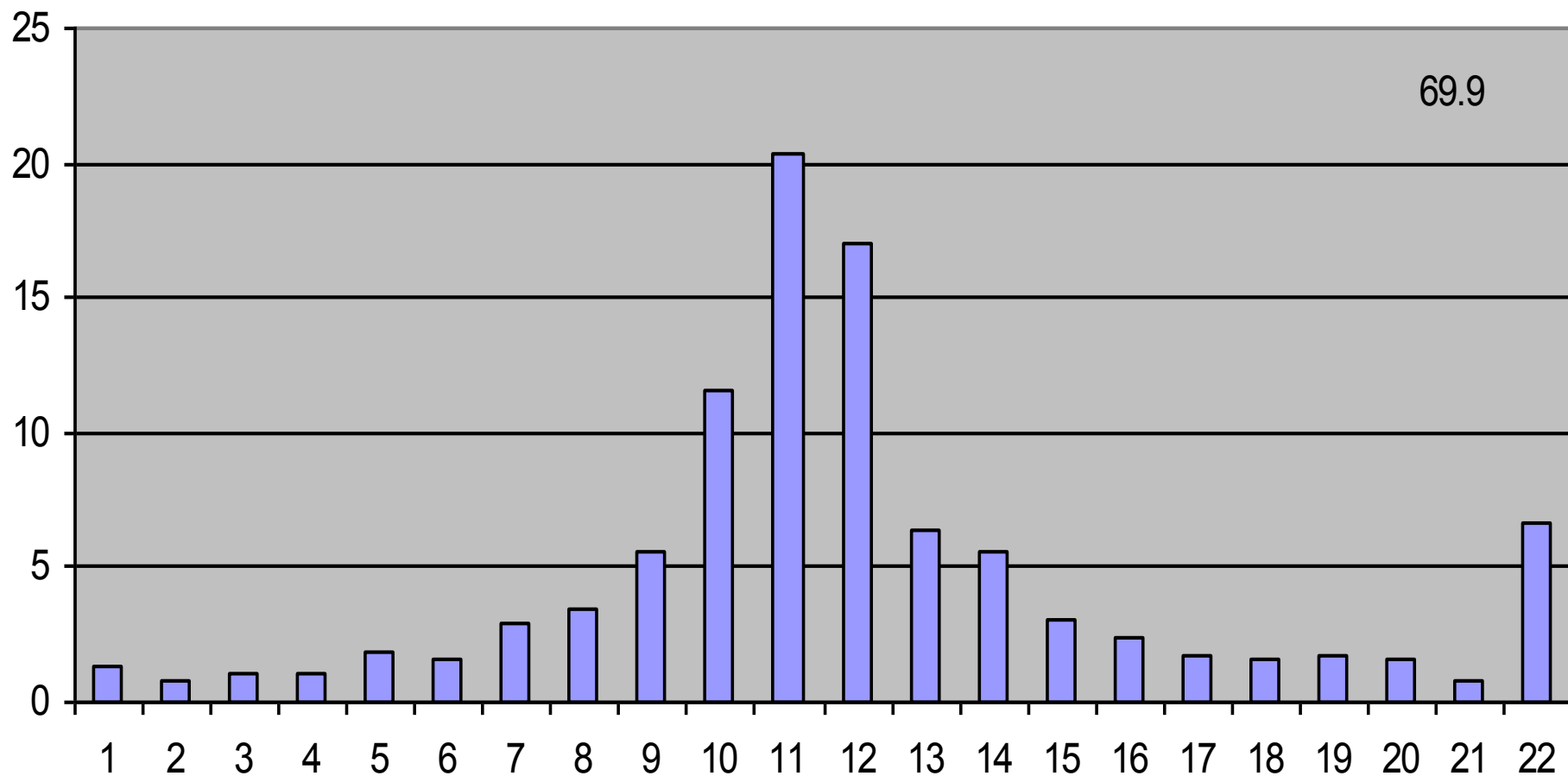
2013. 06.



EREDMÉNYEK

DÉLELŐTTI ÖSSZEGEK

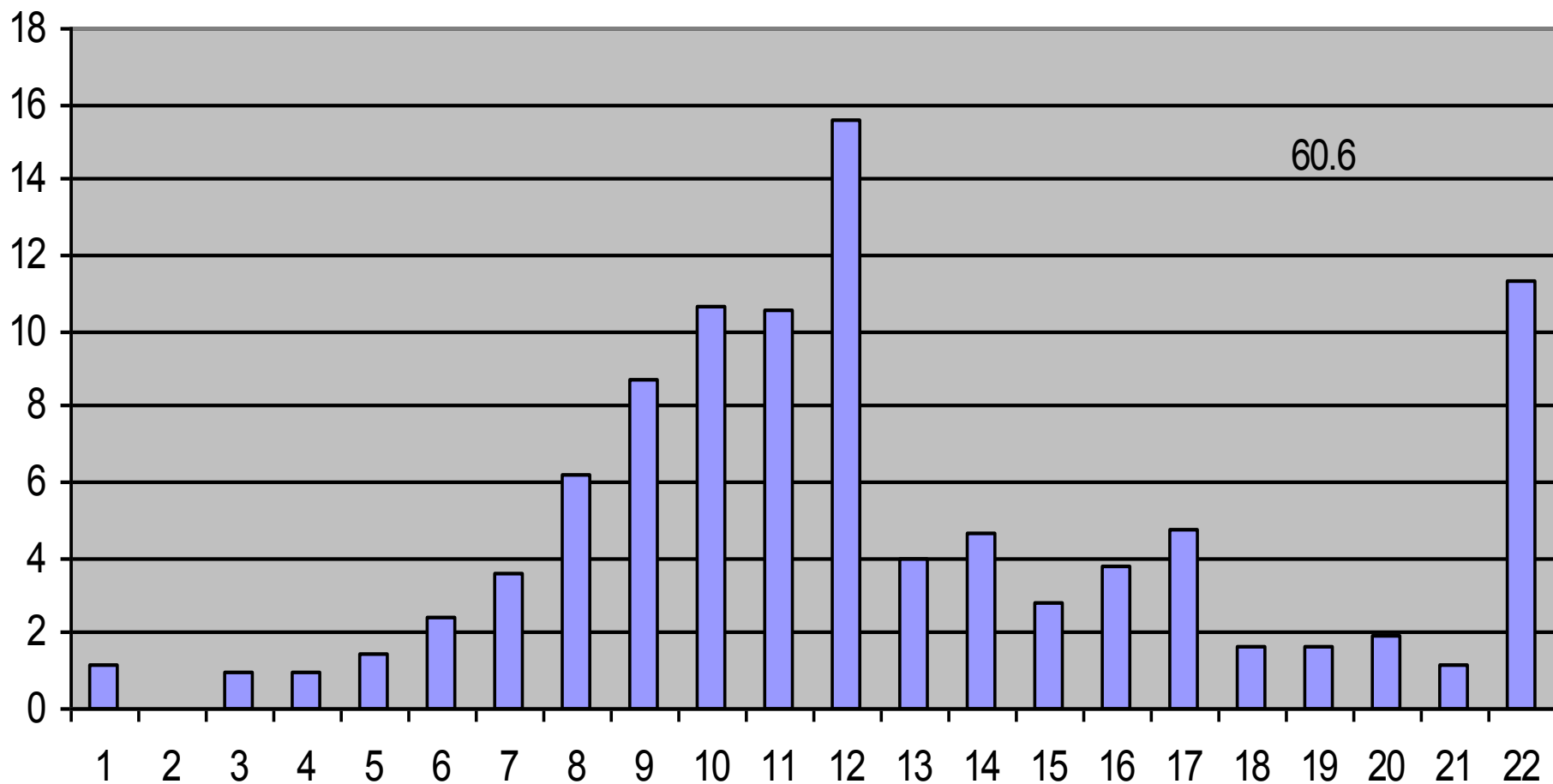
2013. 08.



EREDMÉNYEK

DÉLUTÁNI ÖSSZEGEK

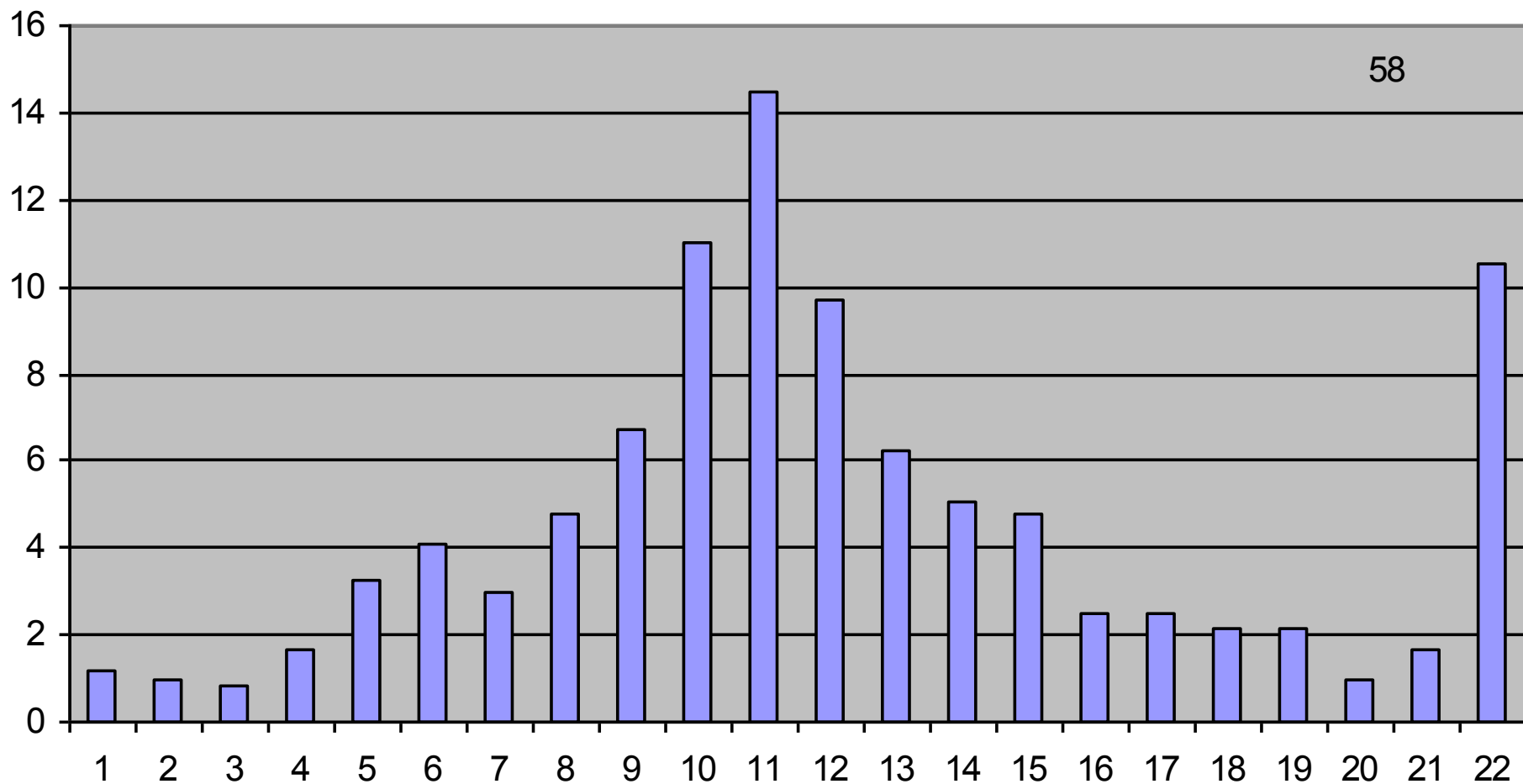
2013. 04.



EREDMÉNYEK

DÉLUTÁNI ÖSSZEGEK

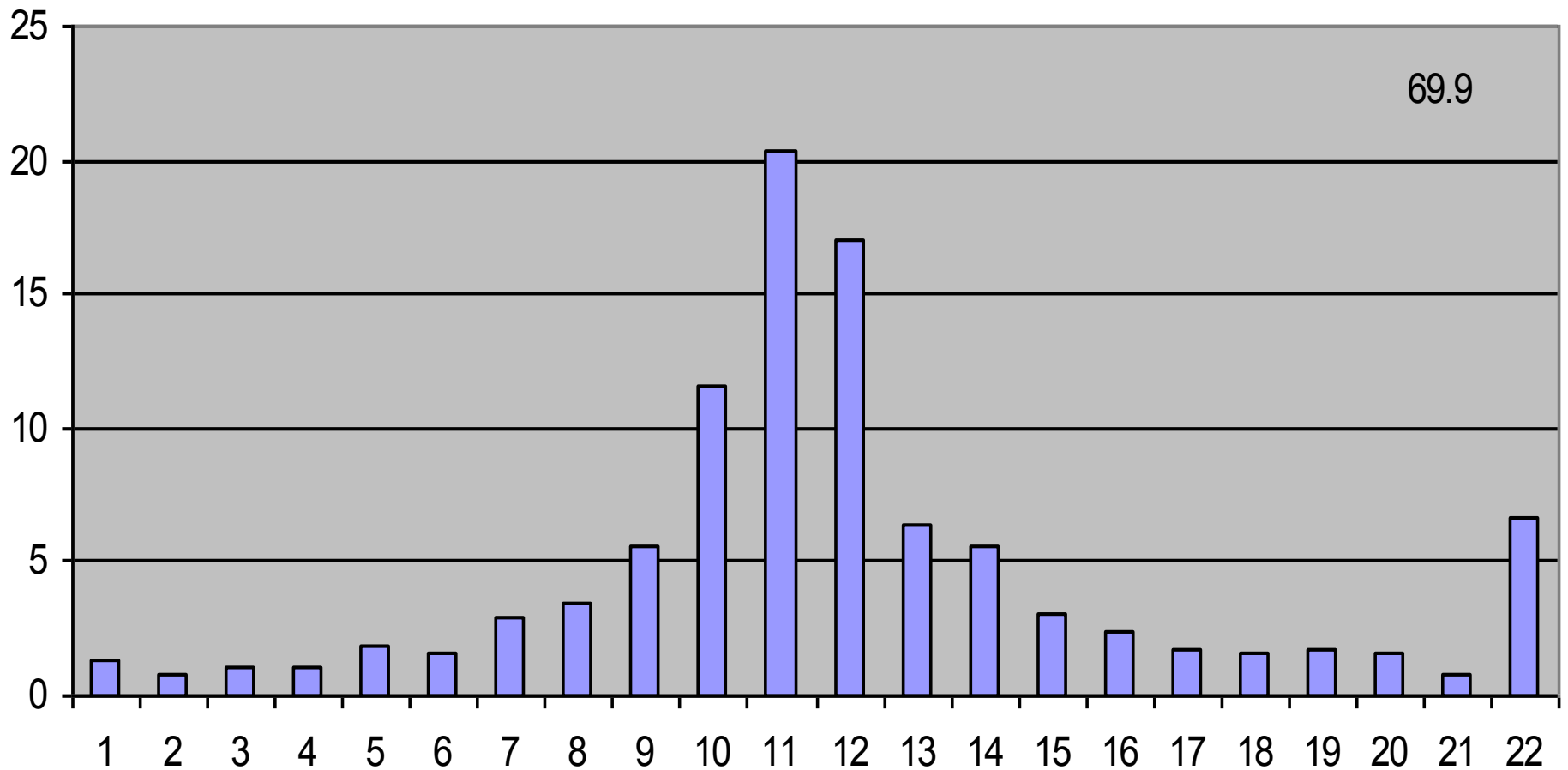
2013. 06.



EREDMÉNYEK

DÉLUTÁNI ÖSSZEGEK

2013. 08.



EREDMÉNYEK

FÉLNAPI ÖSSZEGEK

Hónap	DEV < 15 %	
	DE	DU
Április	68,8	60,6
Június	65,5	58,0
Augusztus	69,9	61,3

Aszimmetria (DE) : viszonylag hasonló a kép a napi összegekre kapott eredményekéhez

Aszimmetria (DU): áprilisban alábecslés, kaotikus

Extrém hibák (DU): legtöbb júniusban (ii) mindig felülbecslések

EREDMÉNYEK

BORULT ÉS DERÜLT ESETEK

Kiválasztáshoz: relatív globálsug (RELG):

30 éves mérési adatsor alapján a globálsugárzás értékek normalizálása (Nagy Z.). A normalizáló adatsor pentádonként órás bontásban tartalmazza az időszak (1967-1997) alatt előforduló maximális értékeket.

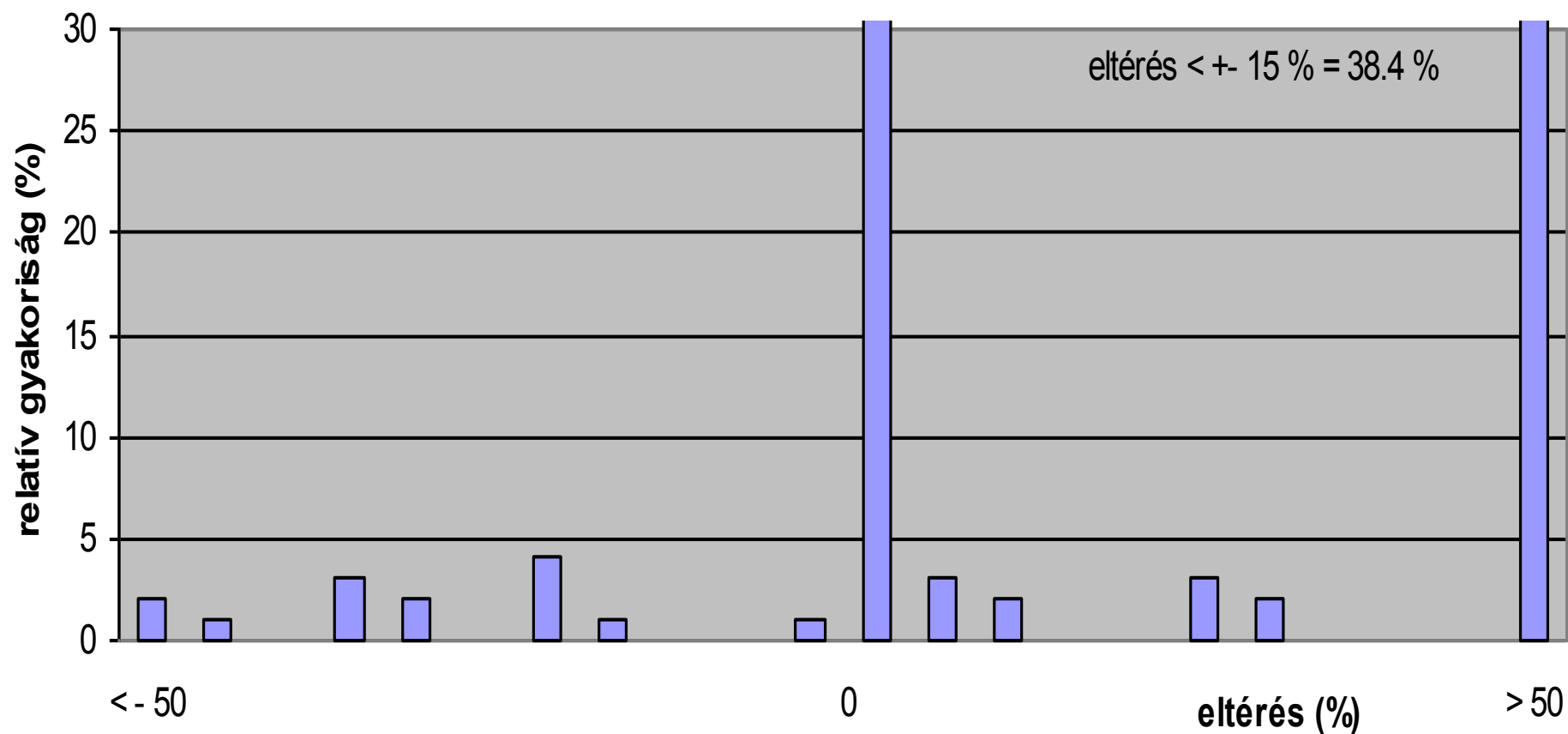
$$\text{RELG} = G_MÉRT / G_MAX$$

- Derült: RELG > 0,85

- Borult: RELG < 0,25

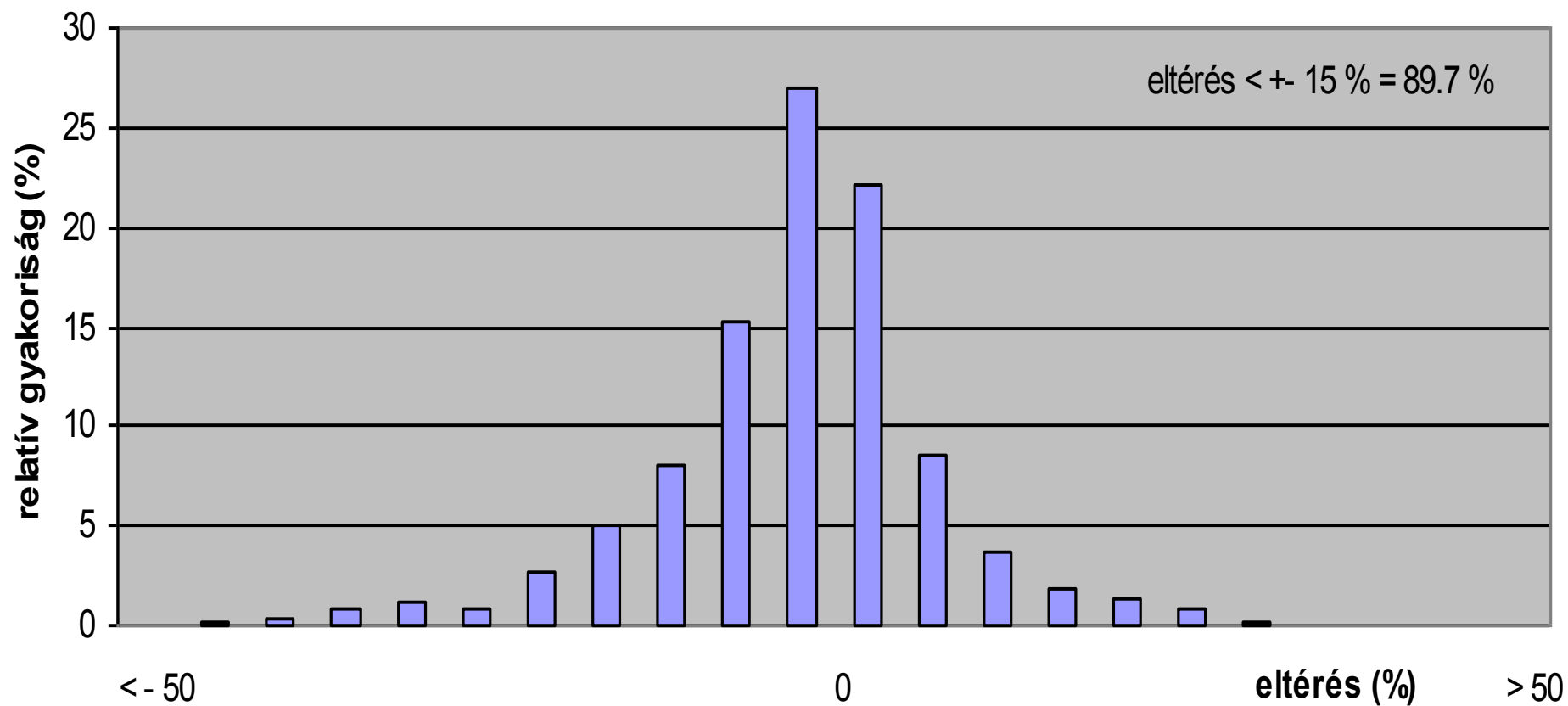
EREDMÉNYEK

napi összeg (előrejelzett-mért) relatív gyakorisága, 2013.04.-06.-08. (borult idő,
rel.glob.<0.25%)



EREDMÉNYEK

napi összeg (előrejelzett-mért) relatív gyakorisága, 2013.04.-06.-08. (derült idő, rel. glob.> 85%)



EREDMÉNYEK

A SUGÁRZÁSÁTVITELI BLOKK TESZTJE

Hogyan függ a RE a légkör sugárzás-átbocsátó képességétől (átlátszóságától)?

- AEROSZOL OPTIKAI MÉLYSÉG (AOD)

(LI-1800 spektrofotométer: 368, 380, 412, 450, 500, 610, 675, 778, 825, 1024 nm, SP02 napfotométer - 412, 500, 675, 862 nm)

Vizsgálatokhoz: 500 nm (standard)

- SZÜRKE OPTIKAI MÉLYSÉG (GBOD)

(pirheliométer)

(Budapest, Kékestető)

Többi állomás: f (RELG)

Optikai mélység az átbecsátásra jóval érzékenyebb fizikai mennyiség, mint a RELG,

OPTIKAI MÉLYSÉG

Elektromágneses sugárzás gyengülése adott közegben - általános sugárzásátvitel speciális esete (Beer-Bougert-Lambert):

dx vastagságú réteg esetén a λ hullámhosszúságú $I_{\lambda 0}$ belépő monokromatikus irradiancia a dx út megtétele utáni $-dI_{\lambda}$ csökkenése arányos az $I_{\lambda 0}$ -lal és a dx -szel, tehát:

$$-dI = \sigma_{e\lambda} I_{\lambda 0} dx$$

ahol $\sigma_{e\lambda}$ extinkciós koefficiens csak a közeg anyagi minőségétől és a λ hullámhosszúságtól függ (ha a közegben az abszorpciós koefficiens $\sigma_{a\lambda}$, és a szórási koefficiens $\sigma_{s\lambda}$, akkor: $\sigma_{e\lambda} = \sigma_{a\lambda} + \sigma_{s\lambda}$)

$$I_{\lambda} = I_{\lambda 0} e^{-\sigma_{e\lambda} d}$$

ahol I_{λ} az irradiancia d út megtétele után

OPTIKAI MÉLYSÉG:

Ebből az extinkciós koefficiens:

$$\sigma_{e\lambda} = \frac{1}{d} \ln \frac{I_{\lambda 0}}{I_{\lambda}}$$

Légkörre alkalmazva > optikai mélység: azt jellemzi, hogy λ hullámhosszúságú sugárzás milyen mértékben gyengül, ha a világútból a z magasságú pontba jut, vagy a z magasságú pontból a világútba (földfelszíni napspektrofotométeres méréseknél így nyilván praktikusán $z = 0$). Ezért az optikai mélységet úgy definiáljuk, hogy az extinkciós együtthatót z magasságtól végtelenig integráljuk:

$$\delta_{\lambda}(z) = \int_z^{\infty} \sigma_e(z') dz'$$

OPTIKAI MÉLYSÉG:

Így kiszámítható minden adott λ hullámhosszra az adott komponens abszorpciója és szórása miatti gyengítés mértéke, amelyet az optikai mélységgel adunk meg.

λ hullámhosszon g_1, g_2, \dots, g_n gáz is abszorbeál, összmenyiségeik: x_1, x_2, \dots, x_n > abszorpciós koefficienseik: $\sigma_{a\lambda}(g_1), \sigma_{a\lambda}(g_2), \dots, \sigma_{a\lambda}(g_n)$ kiszámíthatóak az abszorpció miatti optikai mélységeik:

$$\delta_{a\lambda}(g_1) = x_1 \sigma_{a\lambda}(g_1), \quad \delta_{a\lambda}(g_2) = x_2 \sigma_{a\lambda}(g_2), \quad \dots \quad \delta_{a\lambda}(g_n) = x_n \sigma_{a\lambda}(g_n)$$

Az adott hullámhosszon a légkör teljes optikai mélysége:

$$\delta_{\lambda} = \delta_{a\lambda}(g_1) + \delta_{a\lambda}(g_2) + \dots + \delta_{a\lambda}(g_n) + \delta_{A\lambda} + \delta_{R\lambda}$$

ahol $\delta_a(\lambda)$ az aeroszol optikai mélység, $\delta_R(\lambda)$ pedig a Rayleigh-szórás (szóródás a légköri molekulákon) optikai mélysége

SZÜRKE OPTIKAI MÉLYSÉG

$$\int_{S_{PYR}} I_{\lambda} d\lambda = \left(\int_{S_{PYR}} I_{0\lambda} d\lambda \right) e^{-m\delta_{GB}}$$

$$\delta_{GB} = \frac{1}{m} \ln \frac{\int_{S_{PYR}} I_{0\lambda} d\lambda}{\int_{S_{PYR}} I_{\lambda} d\lambda}$$

ahol:

I_{λ} : monokromatikus irradiancia a mérési pontban a földfelszínen

$I_{\lambda 0}$: monokromatikus irradiancia a légkör tetején

S_{PYR} : a pirheliométer érzékenységi tartománya (kb. 300 – 3000 nm)

δ_{GB} : szürke optikai mélység

m : relatív optikai légtömeg

Szükséges detektor: pirheliométer

AEROSZOL OPTIKAI MÉLYSÉG

$$\delta_A(\lambda) = \frac{1}{M} \ln \frac{I_0(\lambda)}{I(\lambda)S} - \left(\frac{P}{P_0} \delta_R(\lambda) + \delta_{O_3}(\lambda) \right)$$

ahol:

$\delta_A(\lambda)$: aeroszol optikai mélység

$I_0(\lambda)$: extraterresztriális irradiancia közepes naptávolságnál

$I(\lambda)$: irradiancia az észlelési pontban

S : a naptávolságra vonatkozó korrekciós faktor (a Föld mérési időpontban érvényes és közepes naptávolságának a hányadosa)

M : relatív optikai légtömeg

$\delta_{O_3}(\lambda)$: az ózon abszorpció optikai mélysége: $\delta_{O_3}(\lambda) = x_{O_3} \alpha_{O_3}(\lambda)$

ahol: $\alpha_{O_3}(\lambda)$: ózon abszorpciókoefficiens,

x_{O_3} : összózon tartalom

$\delta_R(\lambda)$: a légköri molekulák Rayleigh-szórásának optikai mélysége

P, P_0 : aktuális nyomás és standard tengerszintű nyomás

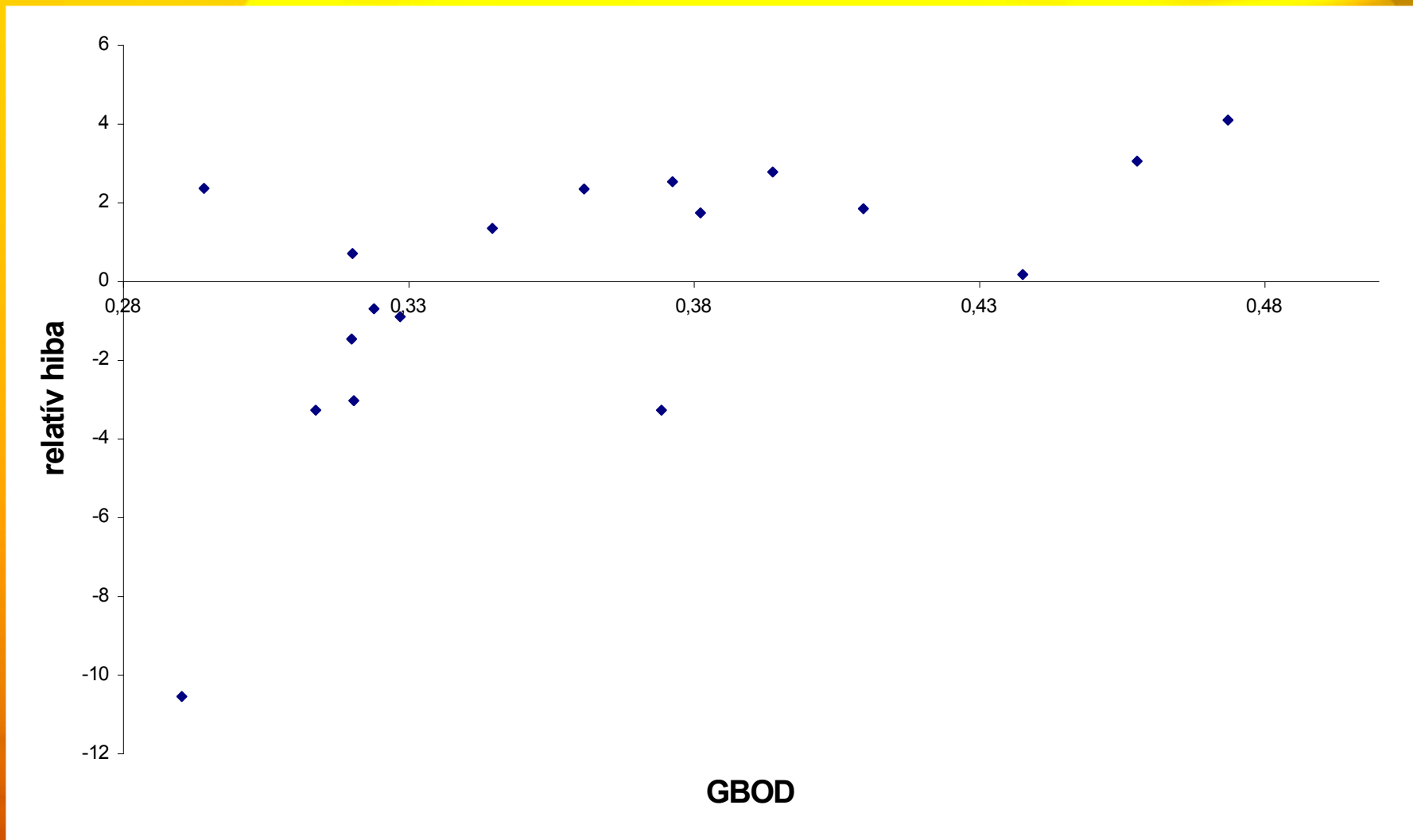
EREDMÉNYEK

- **A három vizsgálati hónap alatt igen kevés teljesen derült nap (átlagosan kicsivel több, mint 20 nap)**
- **A vizsgálatához ennél egy kicsivel kevesebbet tudtunk használni, mert voltak olyan napok, amik ugyan a valóságban derültek voltak, de a modell felhőzetet jelzett előre az adott napra. Ezeket ki kellett hagynunk, amely 15 és 20 % közti csökkenést okozott a használható napok számában.**
- **DE és DU összegek**

EREDMÉNYEK

NAPI ÖSSZEGEK

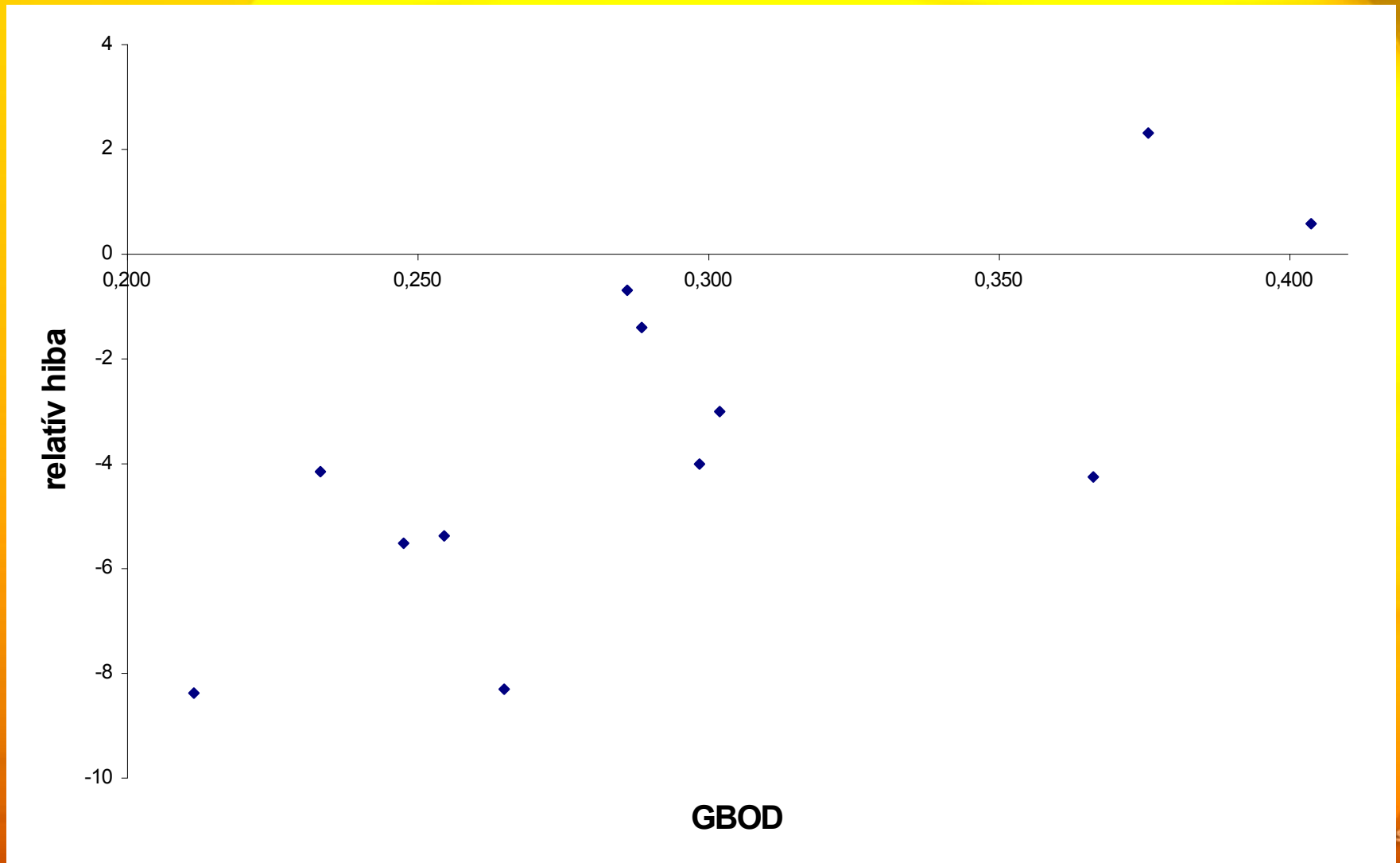
$RE = f(\text{GBOD}) - \text{Budapest}$



EREDMÉNYEK

NAPI ÖSSZEGEK

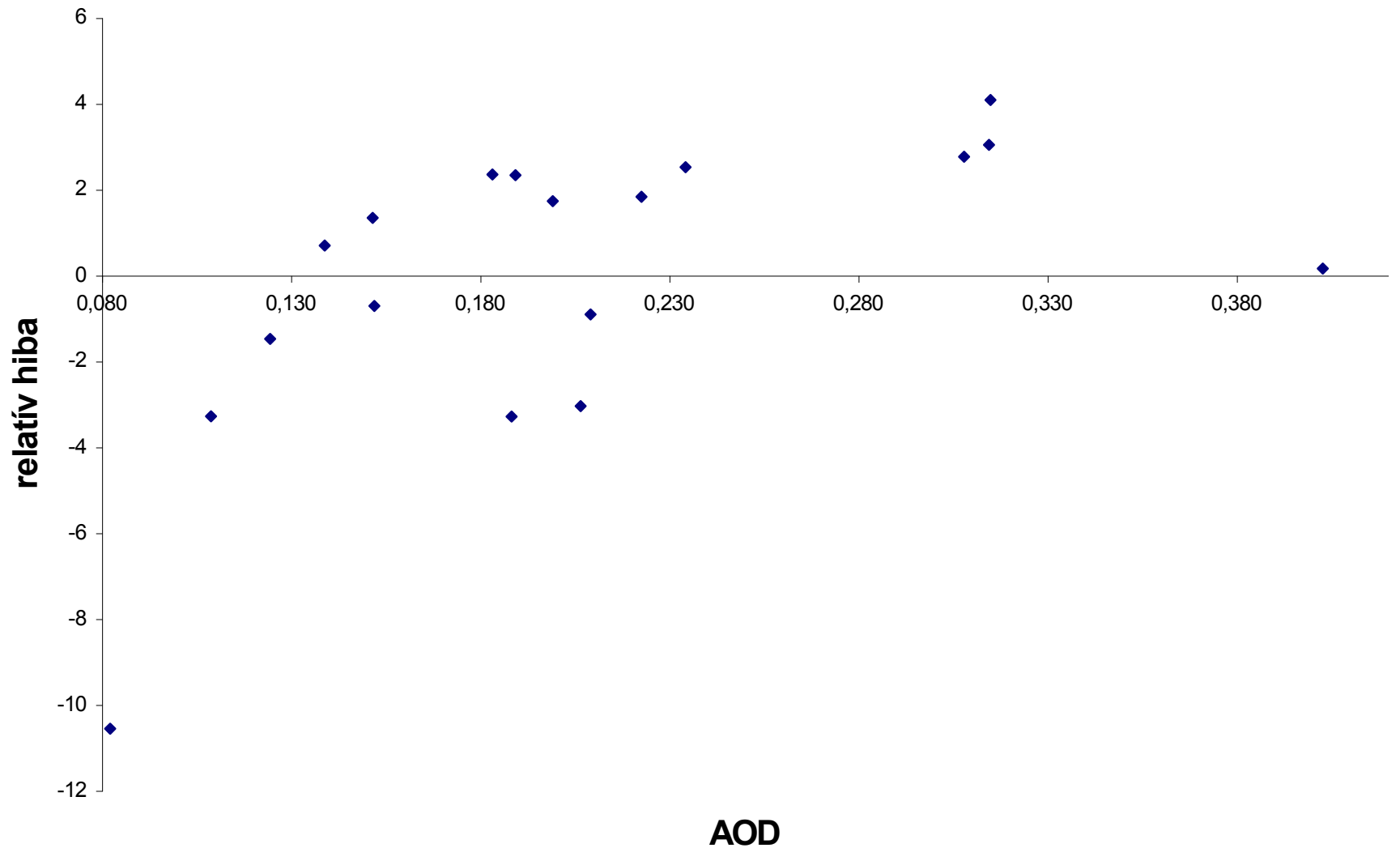
$$RE = f(\text{GBOD}) - \text{Kékestető}$$



EREDMÉNYEK

NAPI ÖSSZEGEK

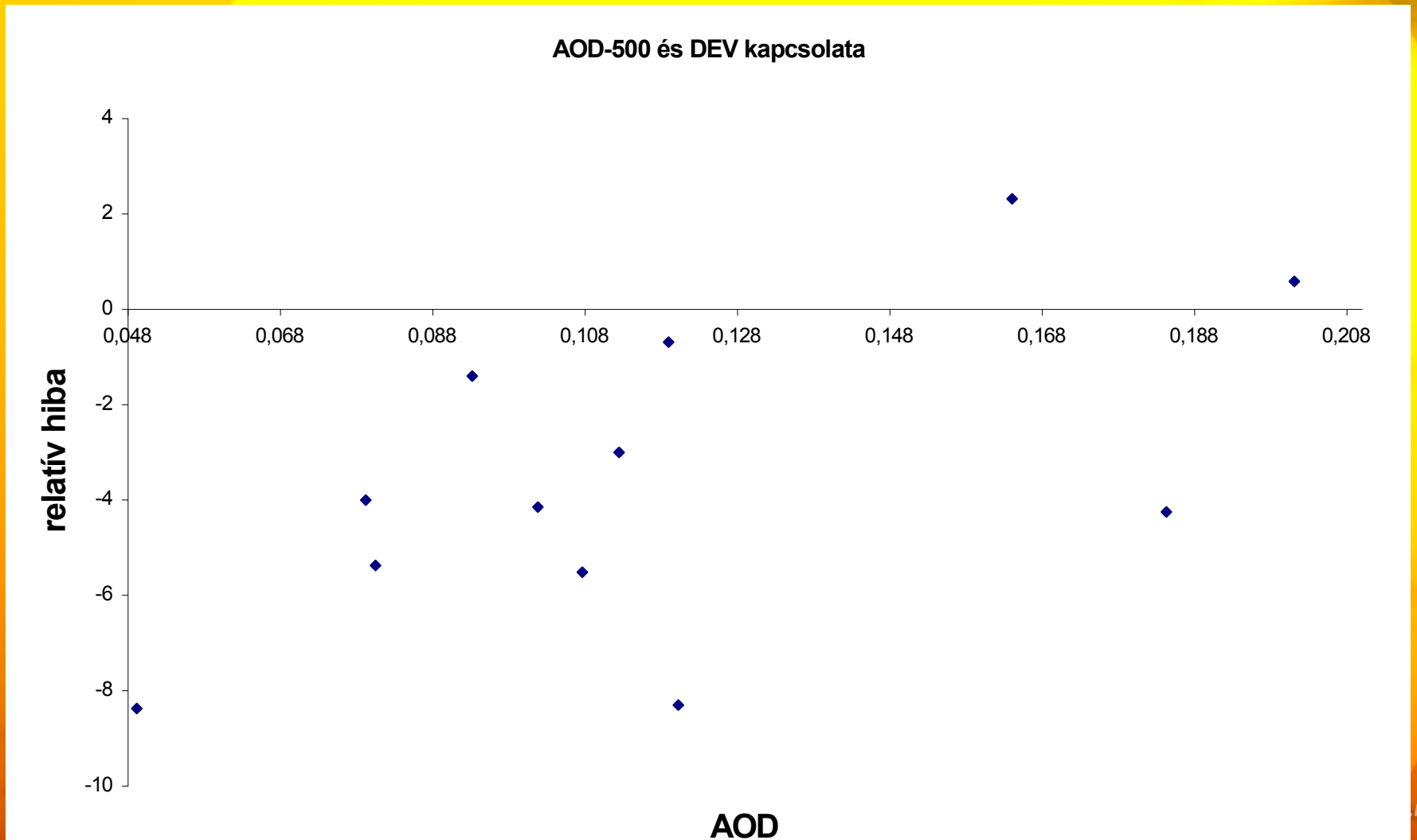
$$RE = f(\text{AOD}) - \text{Budapest}$$



EREDMÉNYEK

NAPI ÖSSZEGEK

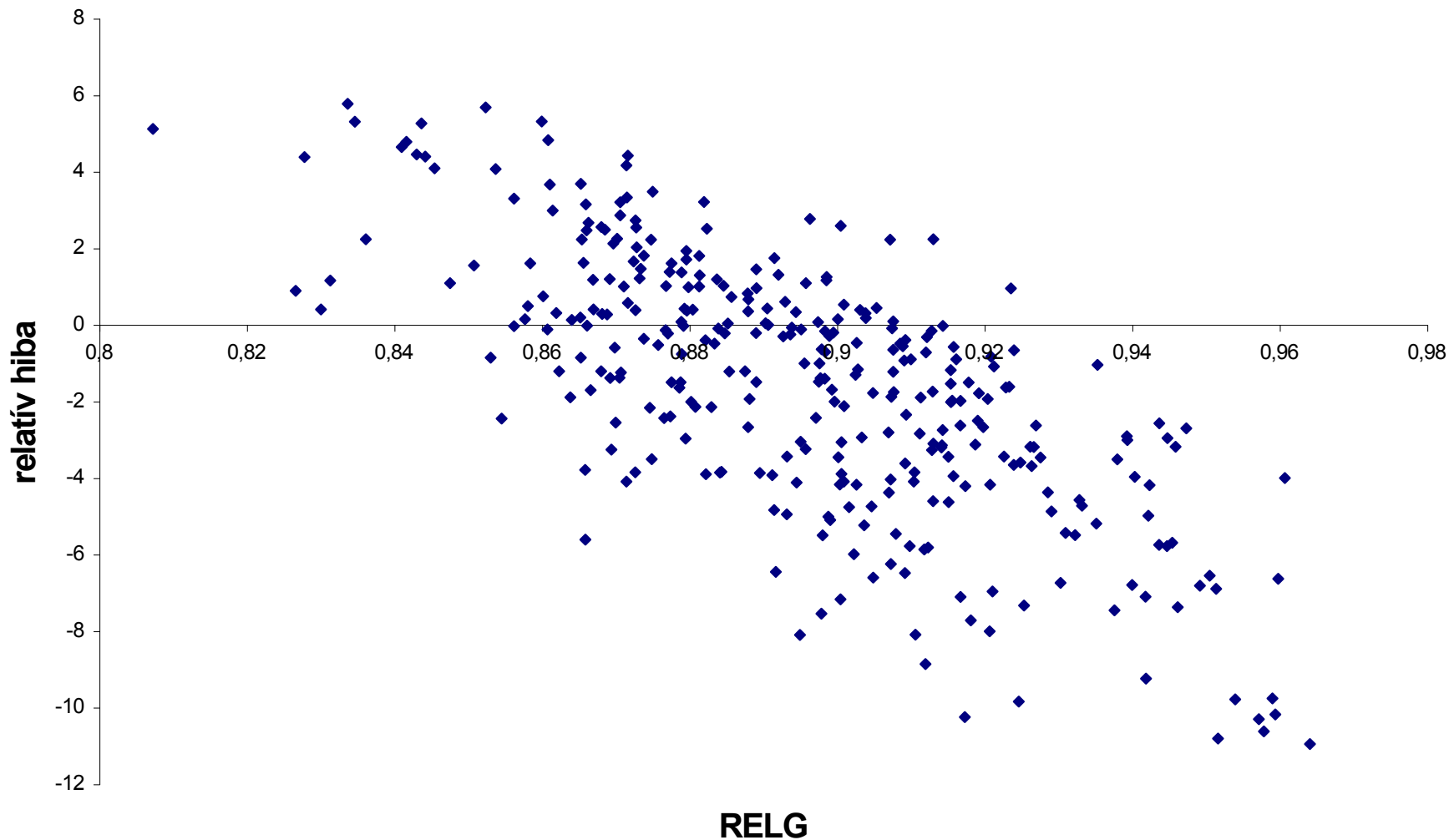
$$RE = f(AOD) - \text{Kékestető}$$



EREDMÉNYEK

NAPI ÖSSZEGEK

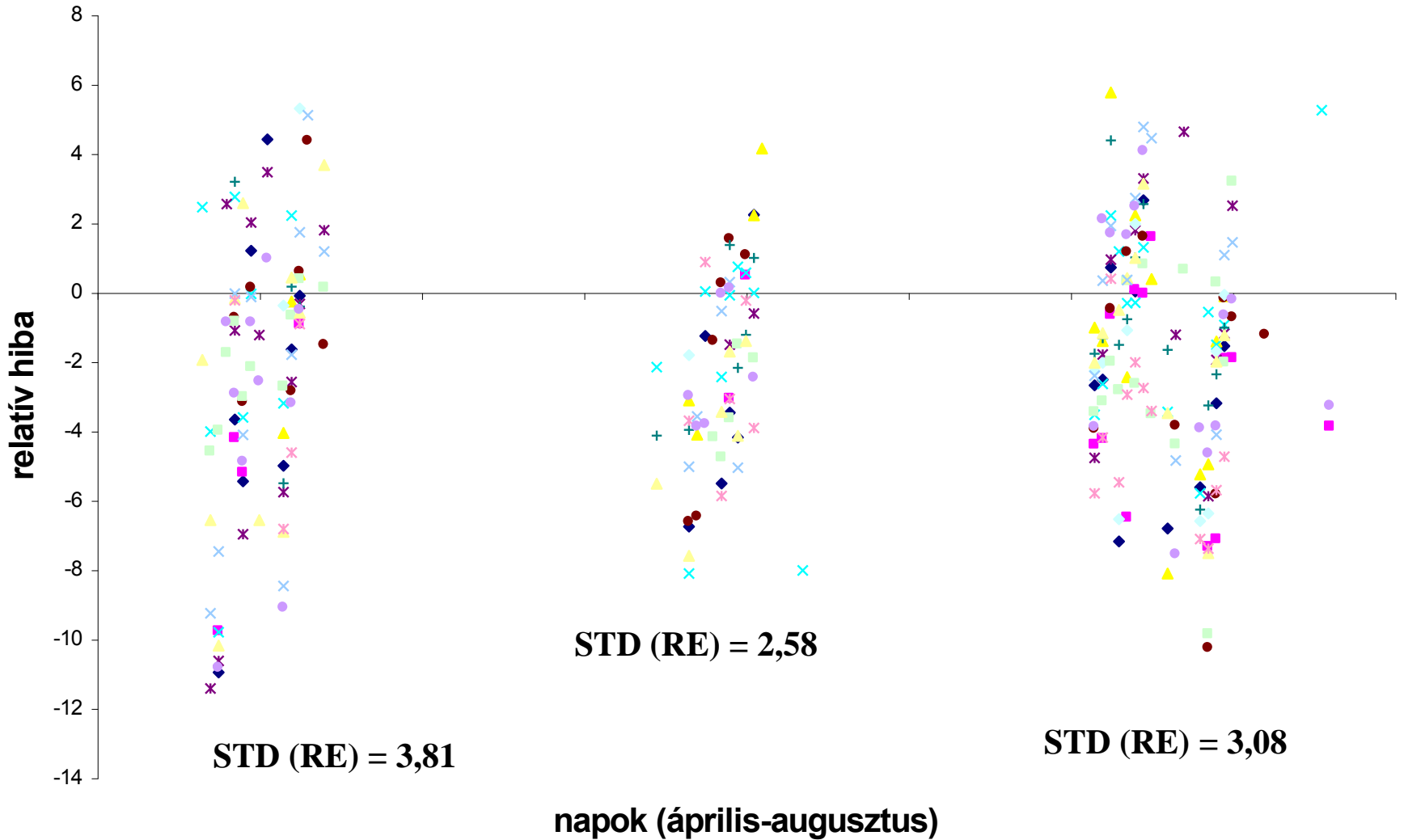
$RE = f(RELG)$ – Összes többi mérőállomás



EREDMÉNYEK

NAPI ÖSSZEGEK

RE időbeli menete



EREDMÉNYEK

NAPI ÖSSZEGEK

Területi függés:

1. A ponthalmaz adott állomásra számított átlagának, szórásának, ill a $RE = f(RELG)$ regresszió együtthatóinak területi függését vizsgáltuk \Rightarrow nincs területi függés

2. Bp: felülbecslés a jellemző

Kékestető: alábecslés

Többi: alábecslés (kevésbé, mint Kékestető)

\Rightarrow AROME-ban AOD mező konstans,

$AOD_AROME < AOD_BP_ÁTL$

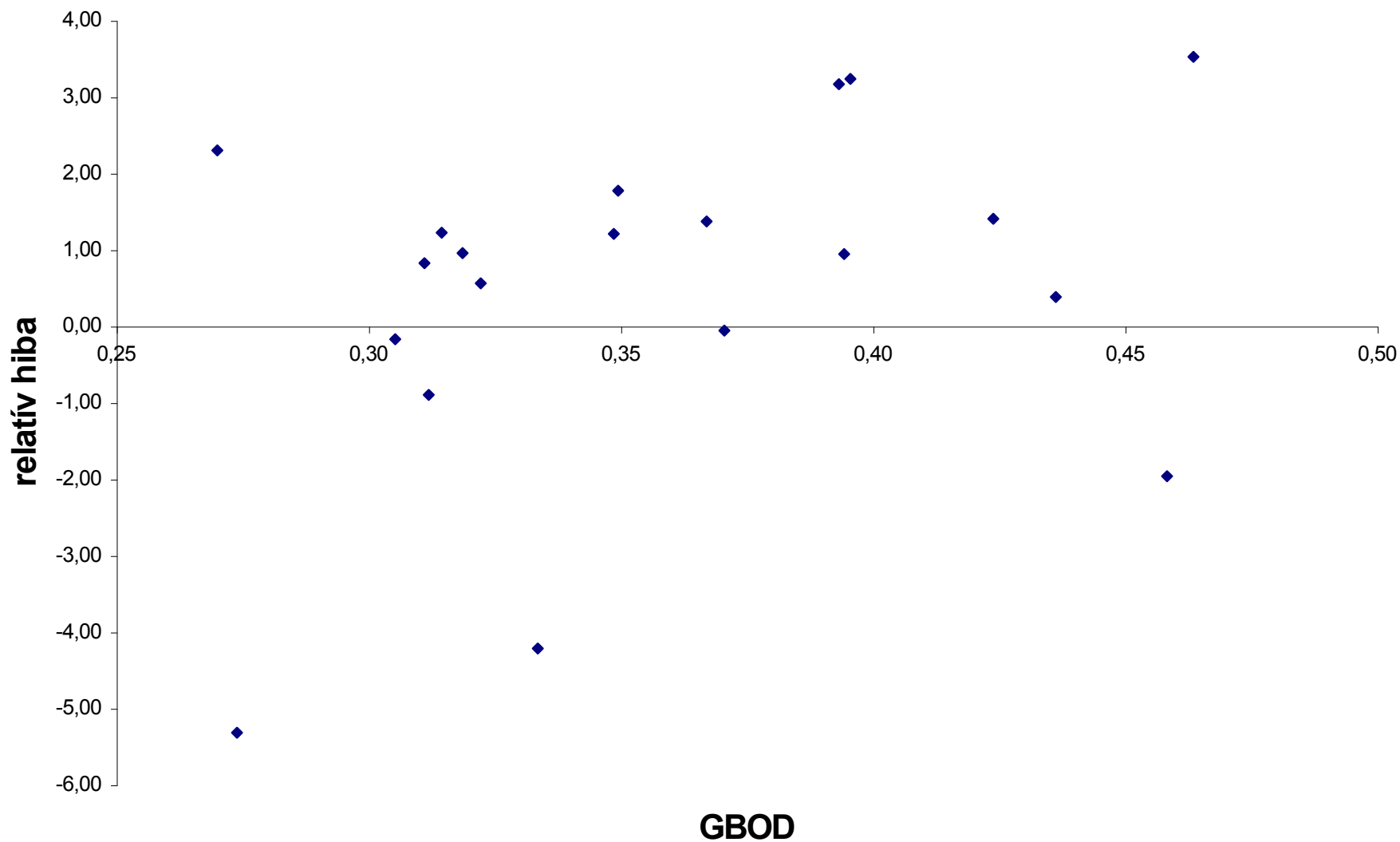
$AOD_AROME > AOD_KK_ÁTL$

többire csak RELG, így csak feltevés: a vidéki állomások szennyezettségben Bp és Kékestető között vannak

EREDMÉNYEK

DÉLELŐTTI ÖSSZEGEK

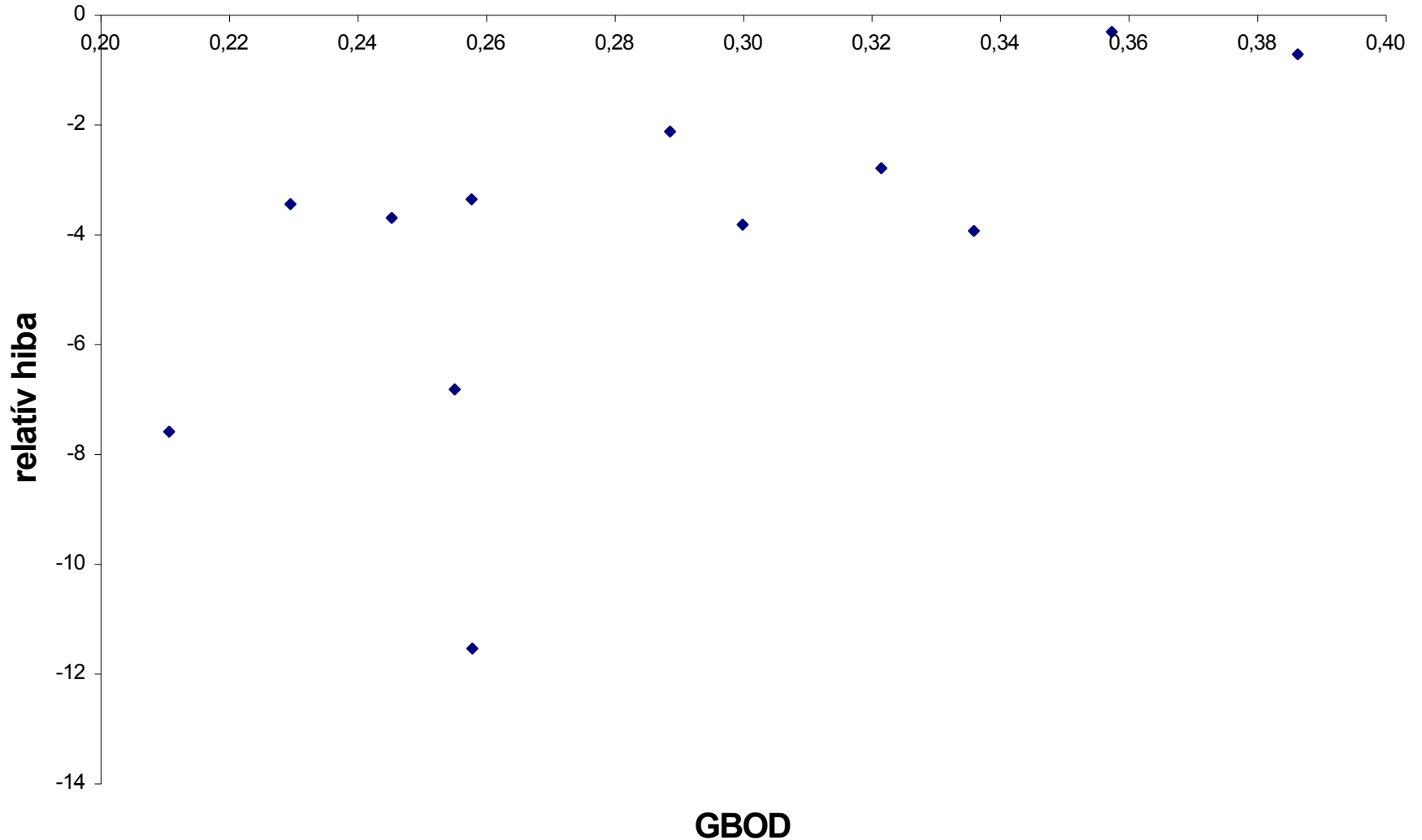
$RE = f(\text{GBOD}) - \text{Budapest}$



EREDMÉNYEK

DÉLELŐTTI ÖSSZEGEK

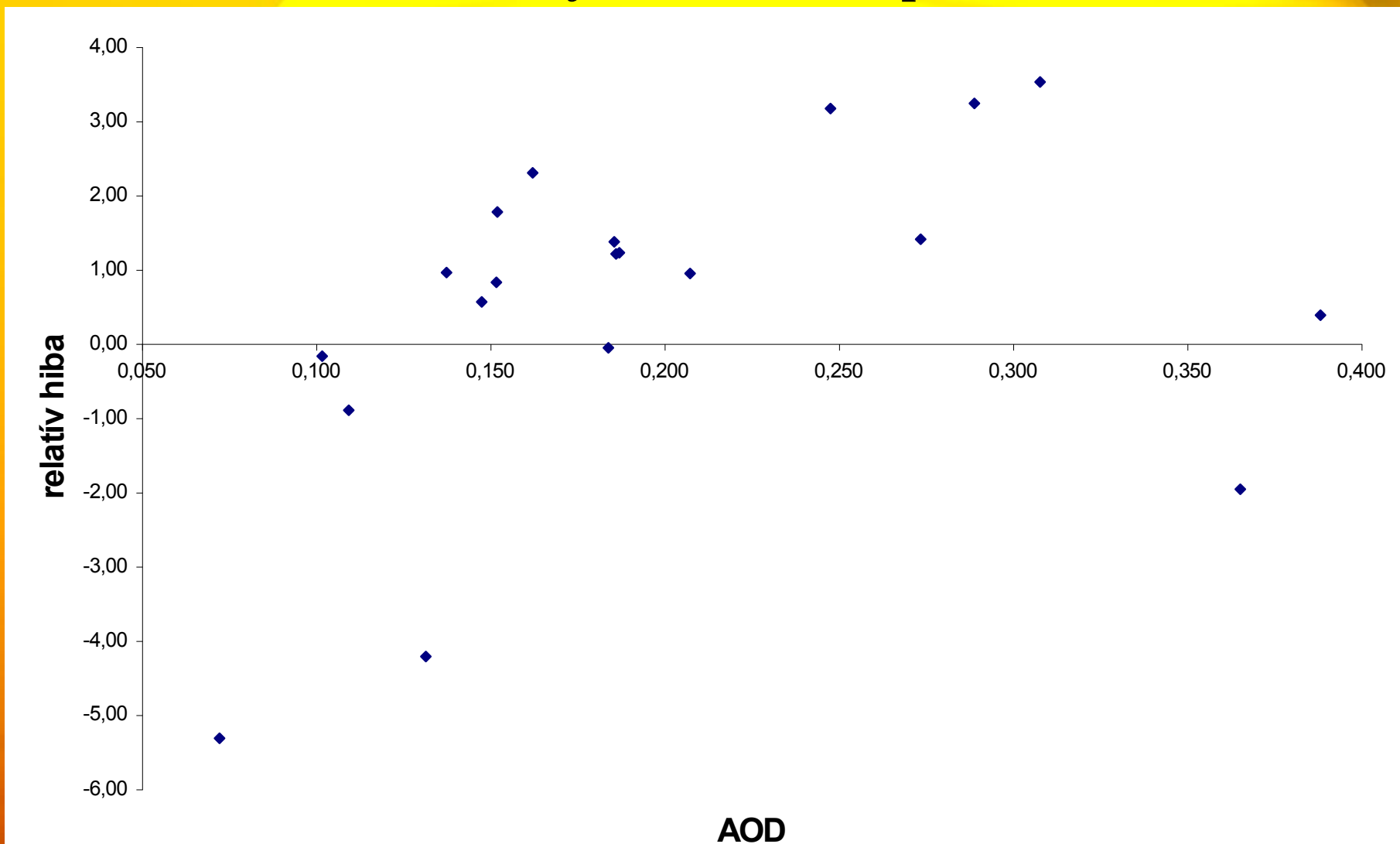
$RE = f(\text{GBOD}) - \text{Kékestető}$



EREDMÉNYEK

DÉLELŐTTI ÖSSZEGEK

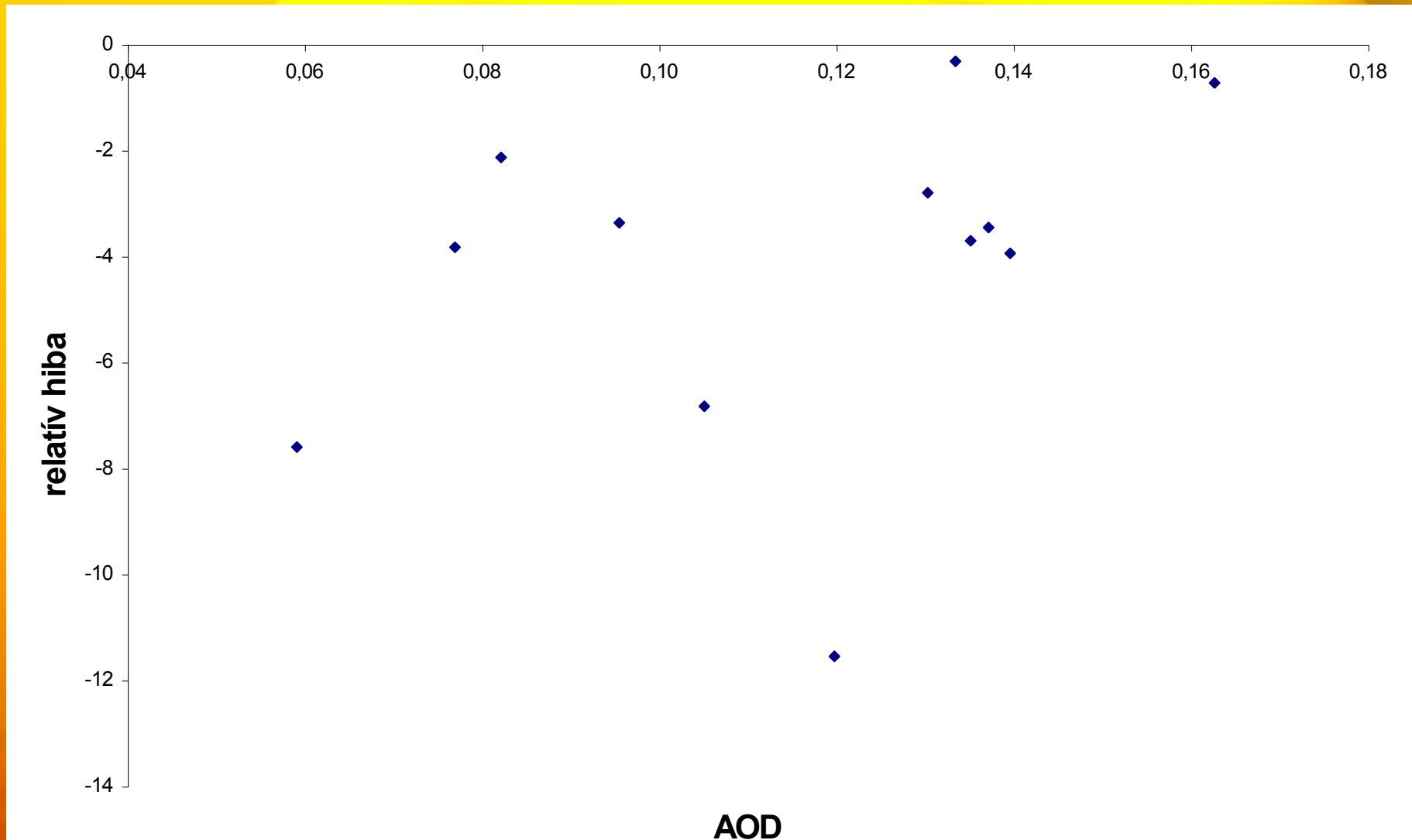
$$RE = f(AOD) - \text{Budapest}$$



EREDMÉNYEK

DÉLELŐTTI ÖSSZEGEK

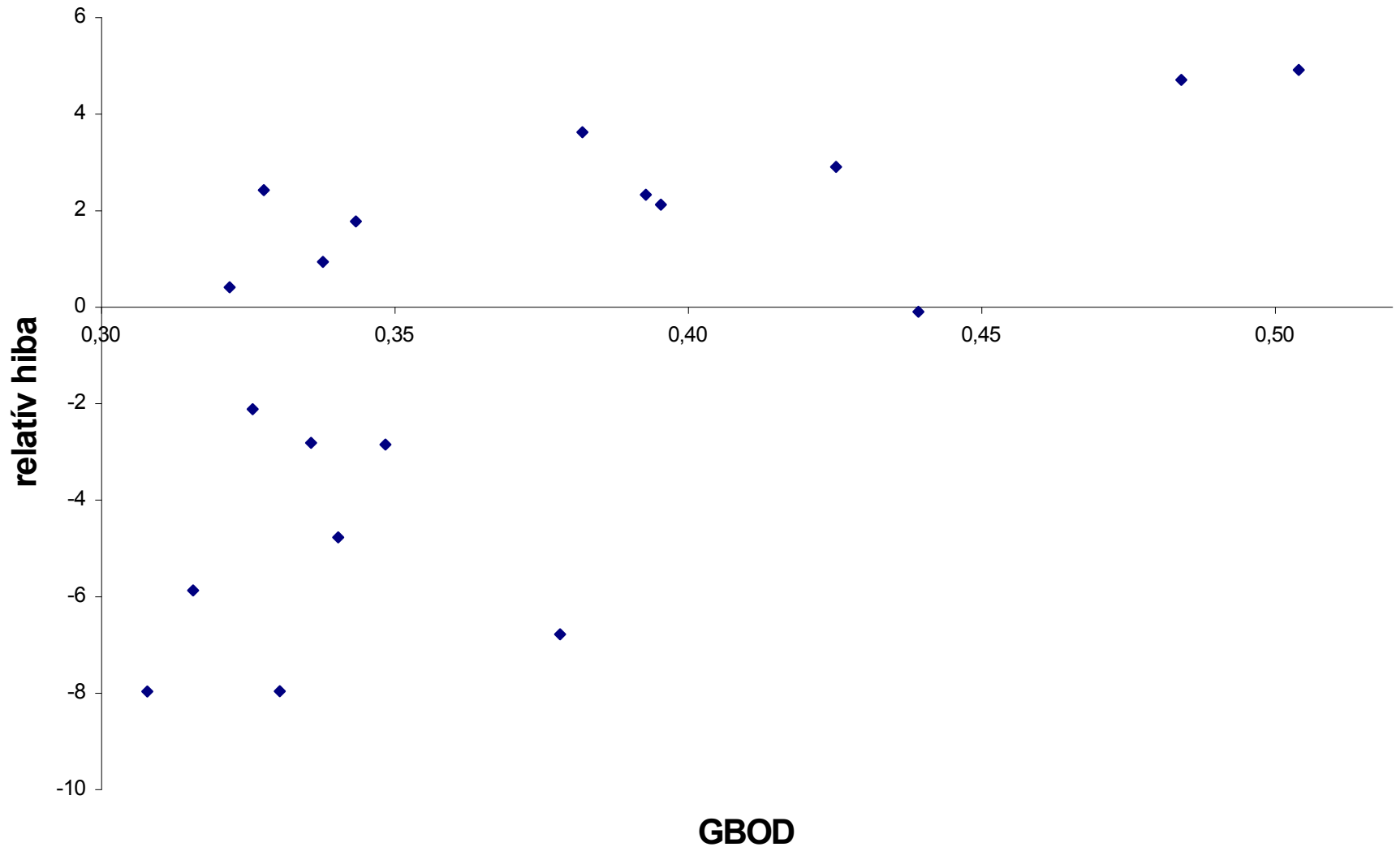
$$RE = f(AOD) - \text{Kékestető}$$



EREDMÉNYEK

DÉLUTÁNI ÖSSZEGEK

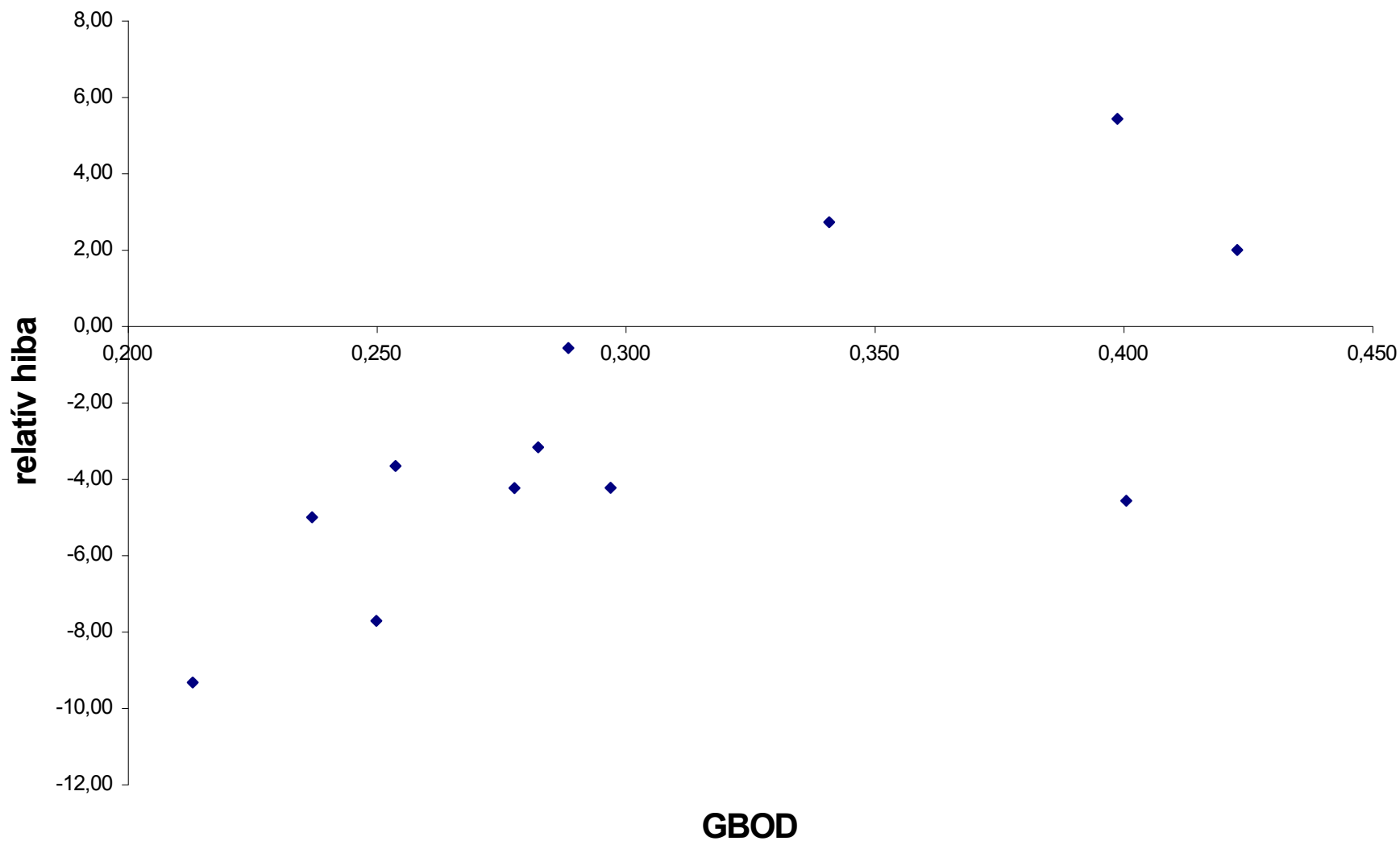
$RE = f(\text{GBOD}) - \text{Budapest}$



EREDMÉNYEK

DÉLUTÁNI ÖSSZEGEK

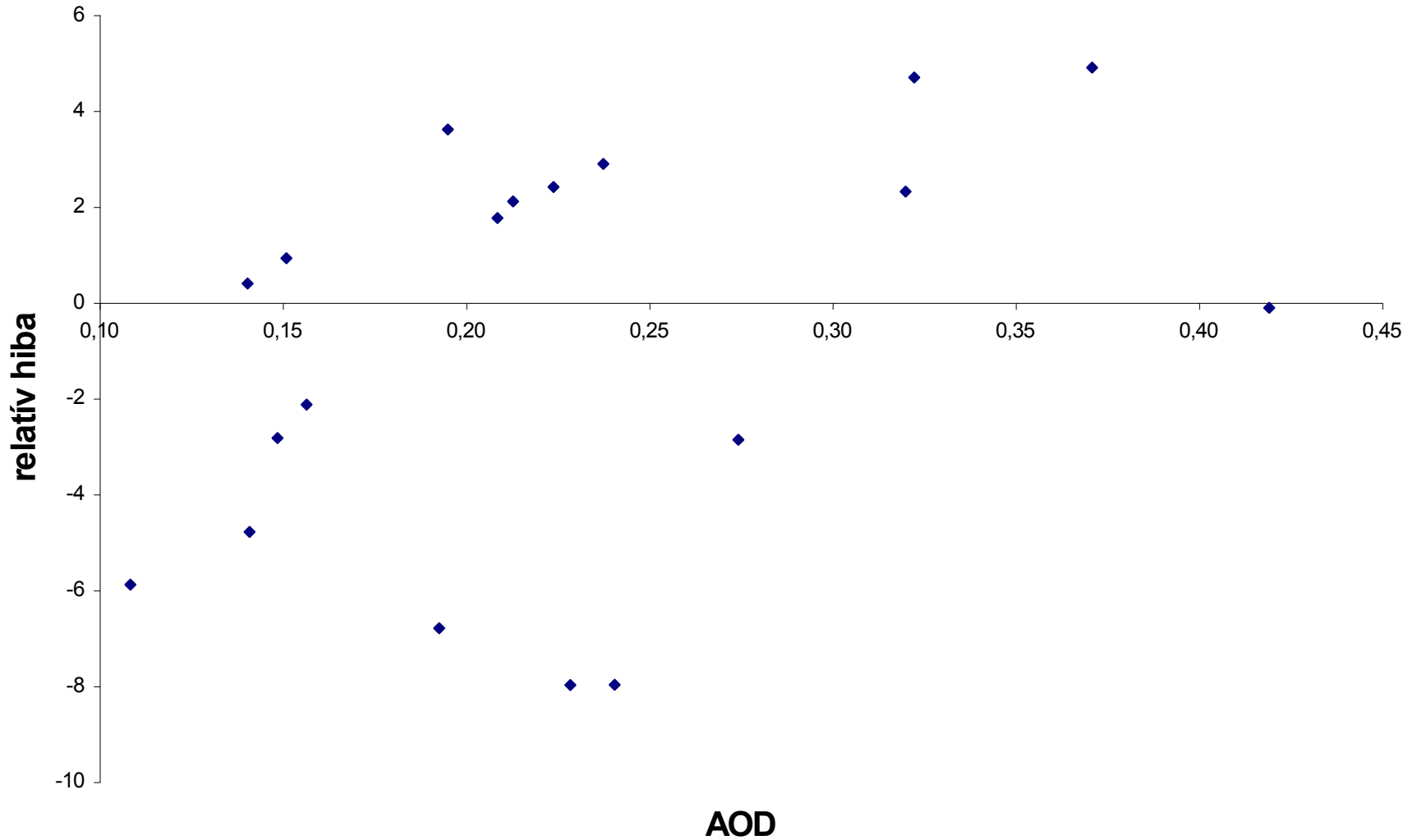
$$RE = f(\text{GBOD}) - \text{Kékestető}$$



EREDMÉNYEK

DÉLUTÁNI ÖSSZEGEK

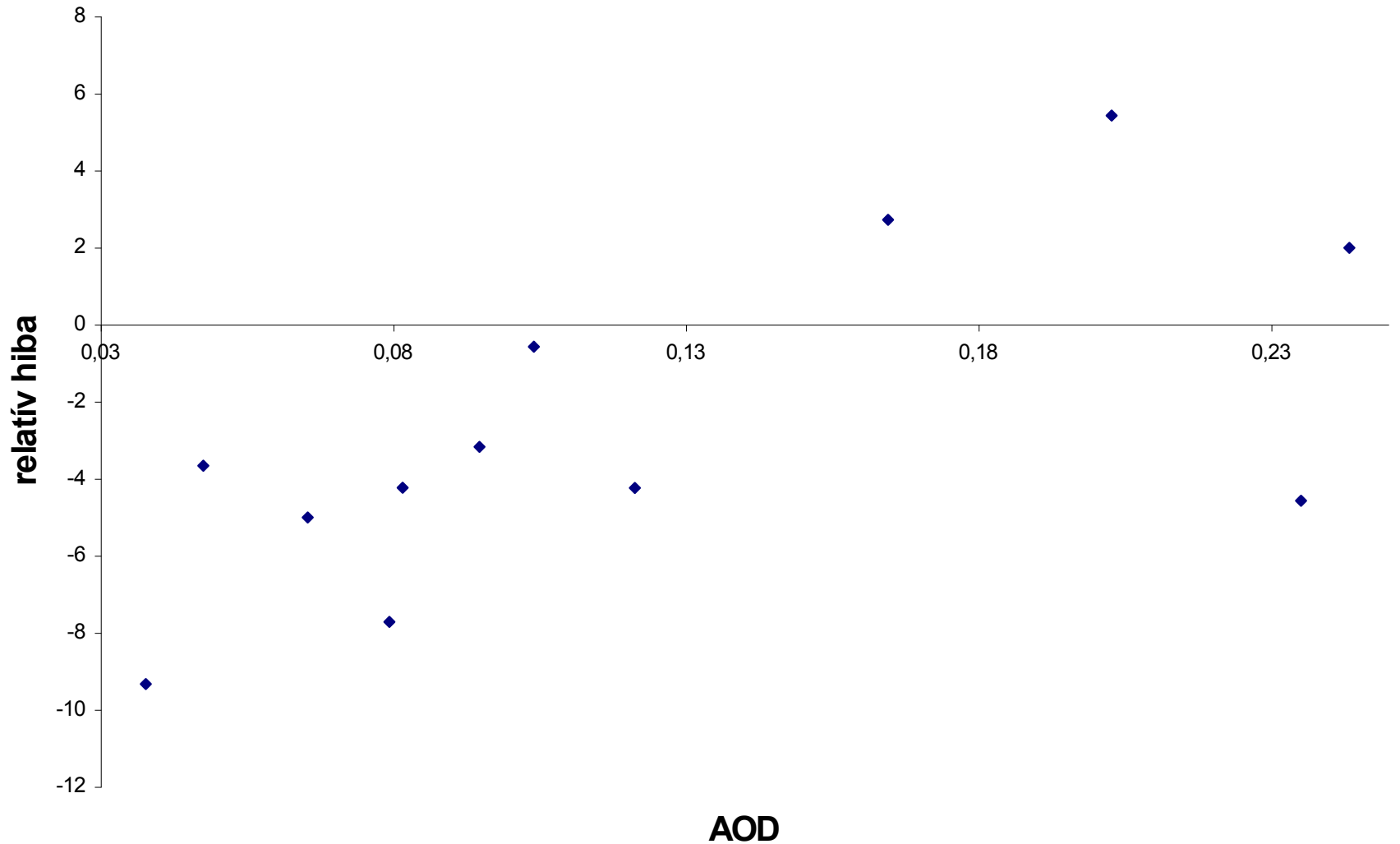
$$RE = f(AOD) - \text{Budapest}$$



EREDMÉNYEK

DÉLUTÁNI ÖSSZEGEK

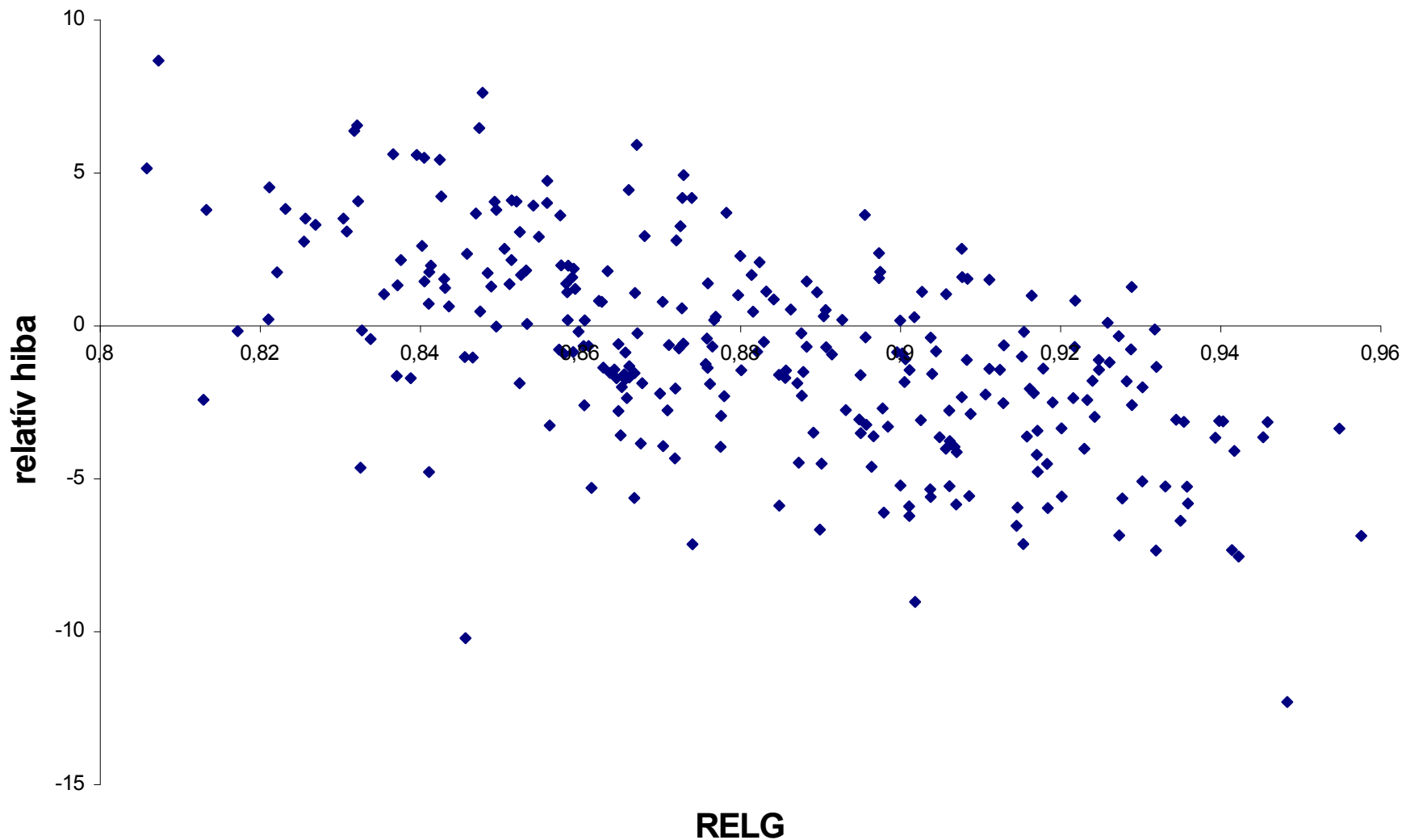
$$RE = f(\text{AOD}) - \text{Kékestető}$$



EREDMÉNYEK

DÉLELŐTTI ÖSSZEGEK

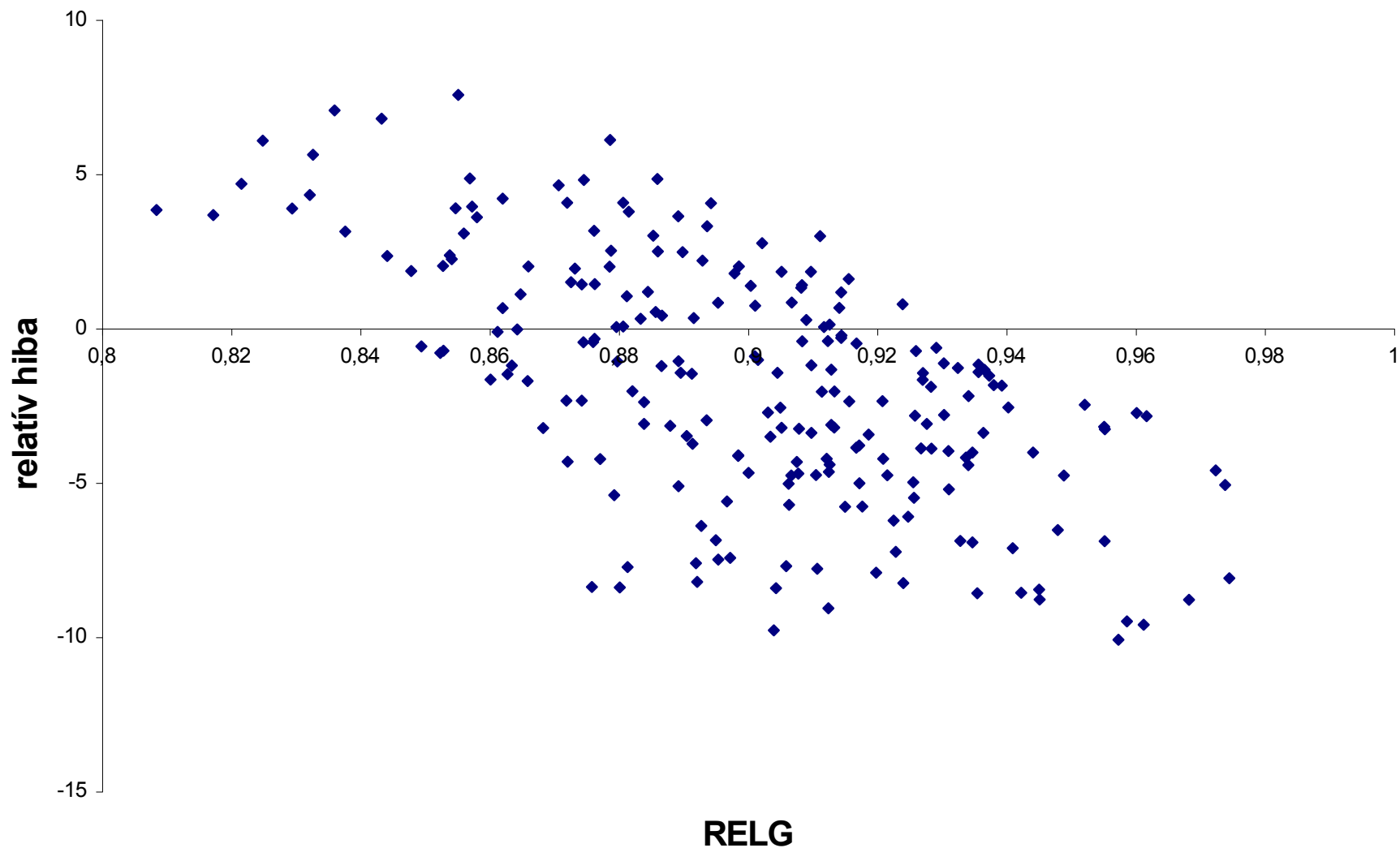
$RE = f(RELG)$ – Összes többi mérőállomás



EREDMÉNYEK

DÉLUTÁNI ÖSSZEGEK

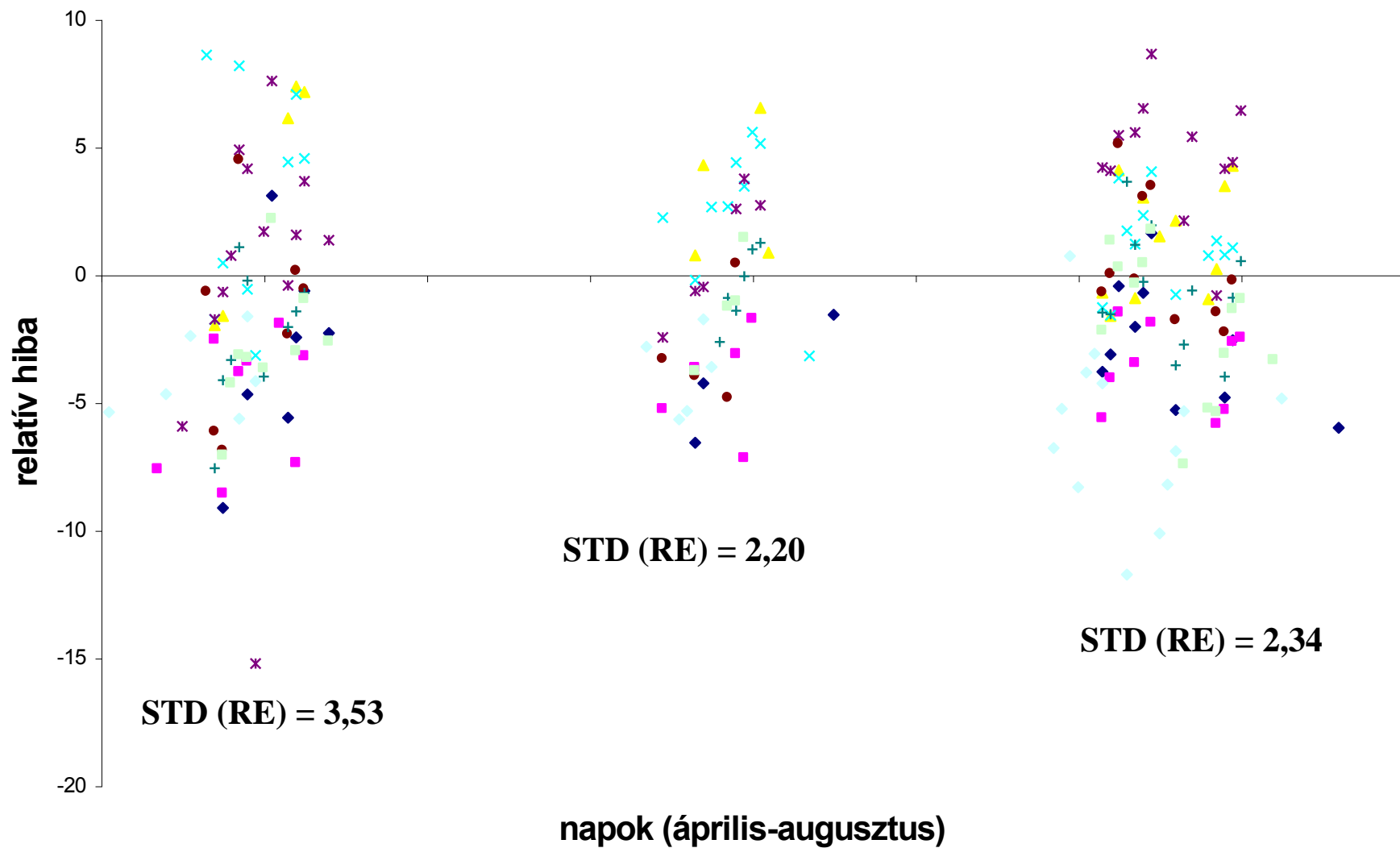
$RE = f(RELG) - \text{Összes többi mérőállomás}$



EREDMÉNYEK

DÉLELŐTTI ÖSSZEGEK

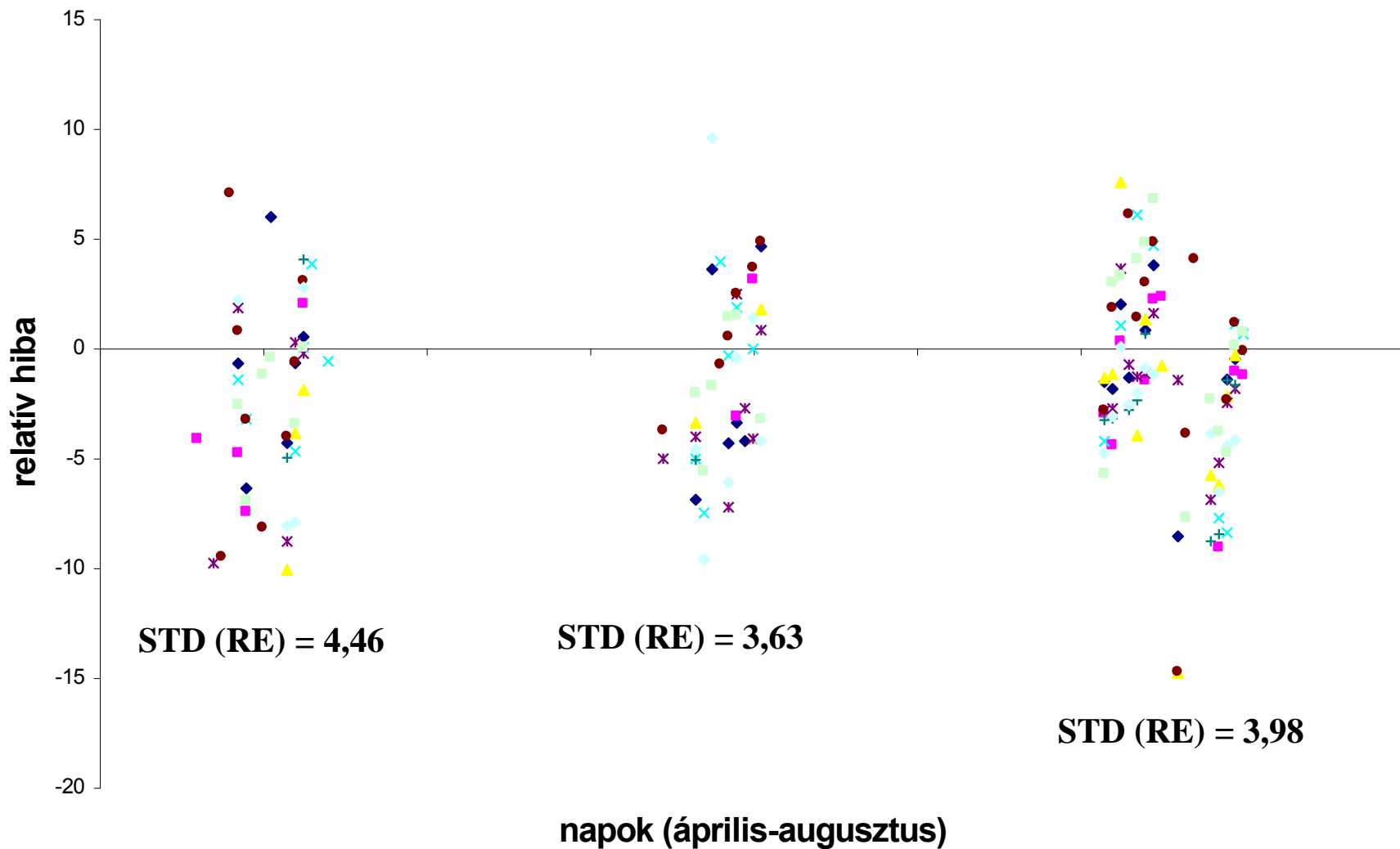
RE időbeli menete



EREDMÉNYEK

DÉLUTÁNI ÖSSZEGEK

RE időbeli menete



EREDMÉNYEK

RE időbeli menete

RE szórása havi bontásban

	Ápr	Jún	Aug

Napi Σ	3,81	2,58	3,08
DE Σ	3,53	2,20	2,34
DU Σ	4,46	3,63	3,98

EREDMÉNYEK

DE és DU ÖSSZEGEK

Területi függés:

1. A ponthalmaz adott állomásra számított átlagának, szórásának, ill a $RE = f(RELG)$ regresszió együtthatóinak területi függését vizsgáltuk \Rightarrow nincs területi függés

2. Bp: felülbecslés a jellemző

Kékestető: alábecslés

Többi: alábecslés (kevésbé, mint Kékestető)

\Rightarrow AROME-ban AOD mező konstans,

$AOD_AROME < AOD_BP_ÁTL$

$AOD_AROME > AOD_KK_ÁTL$

többire csak RELG, így csak feltevés: a vidéki állomások szennyezettségben Bp és Kékestető között vannak

KONKLÚZIÓK

ÁLTALÁNOSAN:

- 1. A MODELL DERÜLT, ÉS NEM TÚL NAGY BORULTSÁGÚ ESETEKBEN JÓL TELJESÍT, A GONDOT A KOMOLYABB FELHŐZET MEGJELENÉSE OKOZZA ⇒
⇒ DINAMIKA MODELLEZÉSE MEGBÍZHATÓBB BENNE, MINT A FELHŐMIKROFIZIKA ÉS A FOTON-FELHŐRÉSZECSKE KÖLCSÖNHATÁS MODELLEZÉSE**
- 2. AZ IDŐSKÁLA CSÖKKENTÉSÉVEL A MODELL GYENGÉBBEN TELJESÍT**

KONKLÚZIÓK

NAPI ÖSSZEGEK:

- 1. Nincs érdemi különbség a 4 rácspontos és 8 rácspontos módon előrejelzett érték használatával kapott eredmények között (a 4 rácspontos picivel jobb)**
- 2. A modell legpontosabb augusztusban, legpontatlanabb júniusban – ok: aug. stabilabb helyzetek, jún: változékonyság (derült-borult), zivatarok, felhőzet, ápr: változékony, de kevésbé zivataros, nagyon nagy borultságok kevésbé gyakoriak – a modell a stabilabb helyzeteket könnyebben jelzi előre**
- 3. Jún, aug: inkább felülbecslés, ápr: alulbecslés a jellemző**
- 4. Extrém felülbecslések toronymagasan áprilisban a leggyakoribbak – ok: a váratlan helyzetek ekkor a leggyakoribbak, ezeket a modell nem tudja elég nagy biztonsággal előrejelezni**
- 5. A felhőmikrofizika, zivatarok modellezése nem elég pontos**

KONKLÚZIÓK

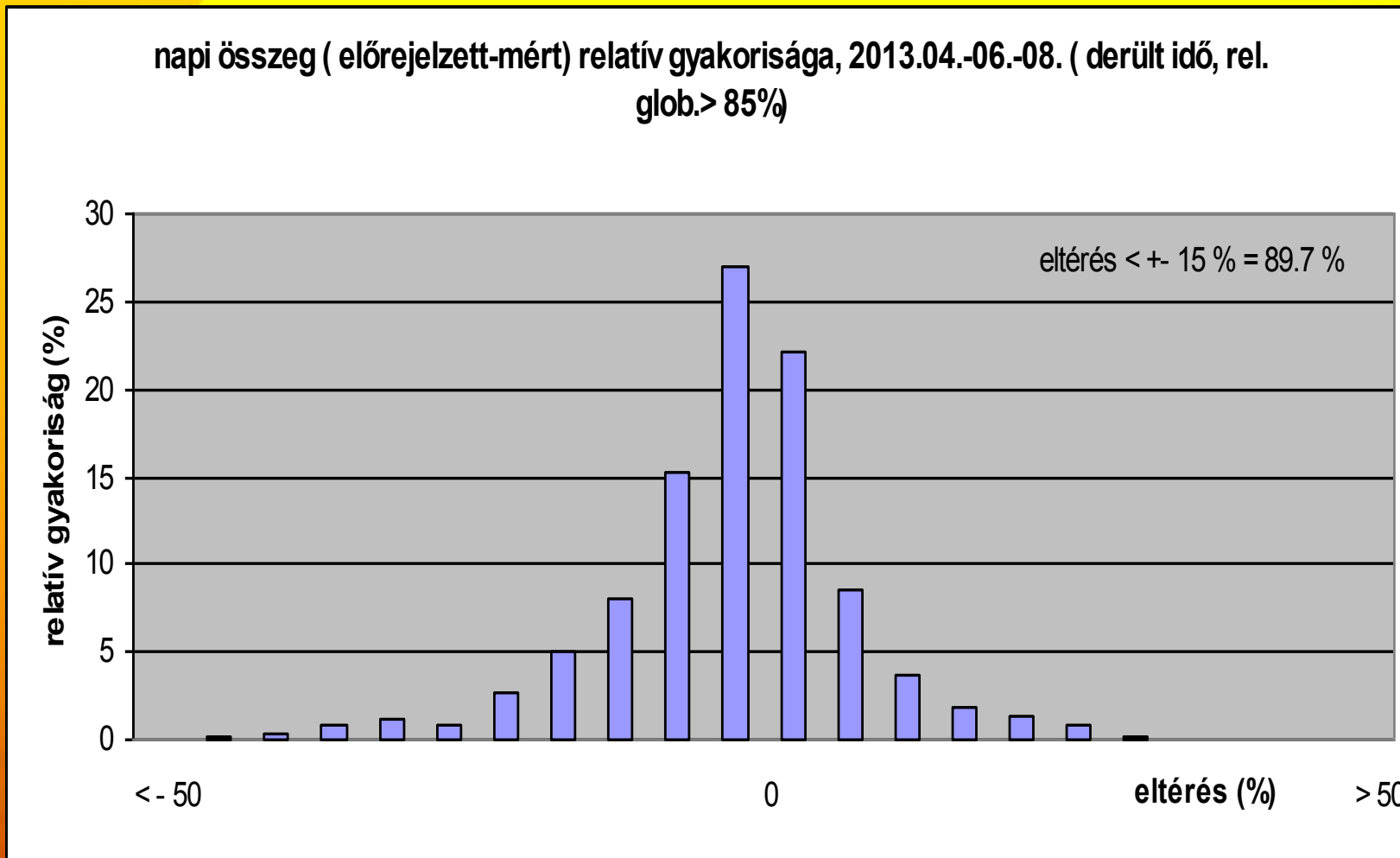
DÉLELŐTTI, DÉLUTÁNI ÖSSZEGEK:

- 1. A glob. sug. előrejelzés megbízhatósága egy picit kisebb, mint a napi összegek esetén**
- 2. Aug-ban legmegbízhatóbb az előrejelzés, jún-ban a leggyengébb – ok ugyanaz, mint a napi összegek esetén**
- 3. A DE félnapra jobban teljesít a modell, ok lehet: a konvekció DU erősebb, és kezelése a modellben problémásabb**
- 4. Mindkét esetben áprilisra a legjellemzőbb az alábecslés, de ez a jelenség erősebb a DU félnapra ok:**
 - (i) a modellben bizonyos szezonalitást mutató, áprilisra jellemző fizikai folyamatok túlreprezentáltak, ami miatt az AROME felhők nagyobb extinkciójúak, mint a realisztikus felhők**
 - (ii) a konvekció okozta keveredés sugárzás-átvitelre gyakorolt hatása túlreprezentált \Rightarrow a valóságosnál nagyobb optikai mélységűek a délután megjelenő AROME felhők**

KONKLÚZIÓK

TELJESEN DERÜLT (RELG > 0,85) ESETEK:

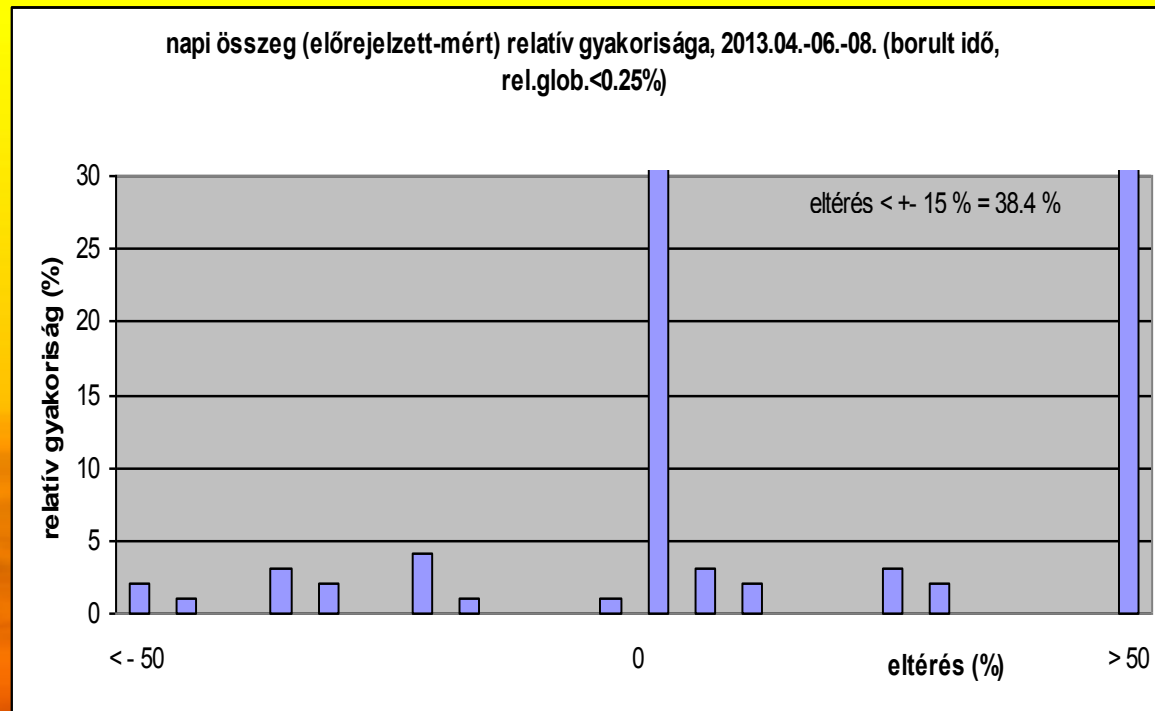
1. A modell jól teljesít: RE < 15 % az esetek 89,7 százalékában



KONKLÚZIÓK

TELJESEN BORULT (RELG < 0,25) ESETEK:

1. Borult esetekben igen gyengén teljesít a modell: RE < 15 % az esetek 38,4 százalékában, ezek majdnem pontos találatot jelentenek
2. Borult esetekben a hibázás fő okozója az extrémén nagy felülbecsések – ok: felhőfizikai folyamatok nem megfelelő modellezése ⇒ az AROME felhők sokkal jobb sug. átbocsátók a realisztikus felhőknél



KONKLÚZIÓK

A GLOBÁLSUGÁRZÁS ELŐREJELZÉS MEGBÍZHATÓSÁGÁNAK FÜGGÉSE A LÉGKÖR SUGÁRZÁS ÁTBOCSÁTÓ KÉPESSÉGÉTŐL

1. Mind a napi, DE és DU összegekre megállapítható, hogy a modell átlagol: az extrémén nagy átlátszóságú (extrémén kis opt.mélységű), alig szennyezett esetekben alábecsüli a beérkező sugárzást, az erősen szennyezett, kis átlátszóságú esetekben pedig fölébecsli, azaz „tisztább” légkört jelez előre.

Ez jellemző azokra az mérőállomásokra is, ahol az OD helyett a RELG-t használtuk az átlátszóság jellemzésére

Ok:

- (i) a modell általában kevésbé tudja megfogni az extrém helyzeteket**
- (ii) a modell nem jelzi előre az optikai mélységet, hanem egy havi bontású klimatikus éves menetet használ**

KONKLÚZIÓK

A GLOBÁLSUGÁRZÁS ELŐREJELZÉS MEGBÍZHATÓSÁGÁNAK FÜGGÉSE A LÉGKÖR SUGÁRZÁS ÁTBOCSÁTÓ KÉPESSÉGÉTŐL

2. A relatív hiba függése a szürke optikai mélységtől nagyobb korrelációjú, mint az aeroszol optikai mélységtől

Ok:

a globálsugárzás széles spektrumtartományon értelmezett mennyiség, így egy adott időpontban a felszínen mérhető mennyiségének kialakításában több tényező játszik szerepet, és az aeroszol csak egy ezek közül.

KONKLÚZIÓK

AZ ELŐREJELZÉS HIBÁJÁNAK IDŐBELI MENETE, SZEZONALITÁSA

- 1. Három hónap nem elegendő esetleges szezonális (éves menet) megállapításához**
- 2. Annyi látszik, hogy a hónapok között van különbség, de nem tudjuk, hogy szabályszerűség van-e az éves mentben**
- 3. Konzekvensen áprilisra a legnagyobbak a szórások \Rightarrow egy modell mindig simít egy kicsit, így a nagyobb változékonyságot nem tudja jól leírni**
- 4. Napi és DU összegekre jún. szórása nagyobb, mint aug., de DE összegekre egyenlő**

KONKLÚZIÓK

AZ ELŐREJELZÉS HIBÁJÁNAK IDŐBELI MENETE, SZEZONALITÁSA

5. Budapestre a felülbecslés, Kékestetőre az alábecslés a jellemző (mind $RE = f(AOD)$, mind $RE = f(GBOD)$, a többi mérőállomásra alábecslés (de kevésbé, mint Kékestetőre)

Ok:

Budapest: $AOD_AROME < AOD_M$

Kékestető és a többi: $AOD_AROME > AOD_M$

⇒ ez azt sugallja, hogy a légkör átlátszósága általában

Budapesten a legalacsonyabb, Kékestetőn a legmagasabb, és a többi mérőállomáson a kettő között van (többin csak RELG, így ez direktben nem összehasonlítható)

JÖVŐ

- 1. Elég jó képet kaptunk az AROME globálsug. előrejelzés főbb tulajdonságairól, erősségeiről, gyengéiről, de néhány részlet tisztázásához további vizsgálatok szükségesek**
- 2. Verifikáció legalább 1 évre, de inkább többre**
- 3. Aeroszol optikai mélység szezonális beépítése a modellbe (ez épp a jelen!)**
- 4. Szennyezés (\Rightarrow aeroszol optikai mélység) előrejelzés beépítése a modellbe**

A kutatást támogatta:

az Országos Tudományos Kutatási Alapprogramok – OTKA 76495

KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!!!