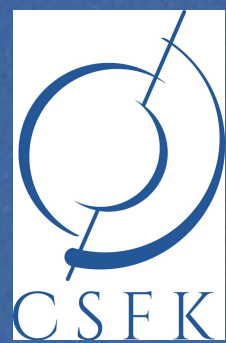


KOMPLEX ÜVEGHÁZGÁZ-MEGFIGYELÉSI ÉS -KUTATÁSI PROGRAM A MAGYARORSZÁGI MAGAS TORNYES WMO GAW MÉRŐÁLLOMÁSON

Haszpra László^{1,2}, Barcza Zoltán³, Hidy Dóra⁴, Major István⁵, Molnár Mihály⁵, Taligás Tímea²



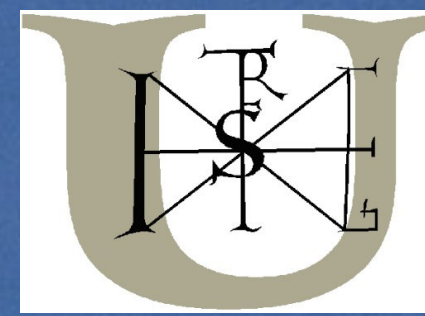
¹ Országos Meteorológiai Szolgálat

² MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont

³ Eötvös Loránd Tudományegyetem, Meteorológiai Tanszék

⁴ Szent István Egyetem, MTA Növényökológiai Kutatócsoport

⁵ MTA Atommagkutató Intézet



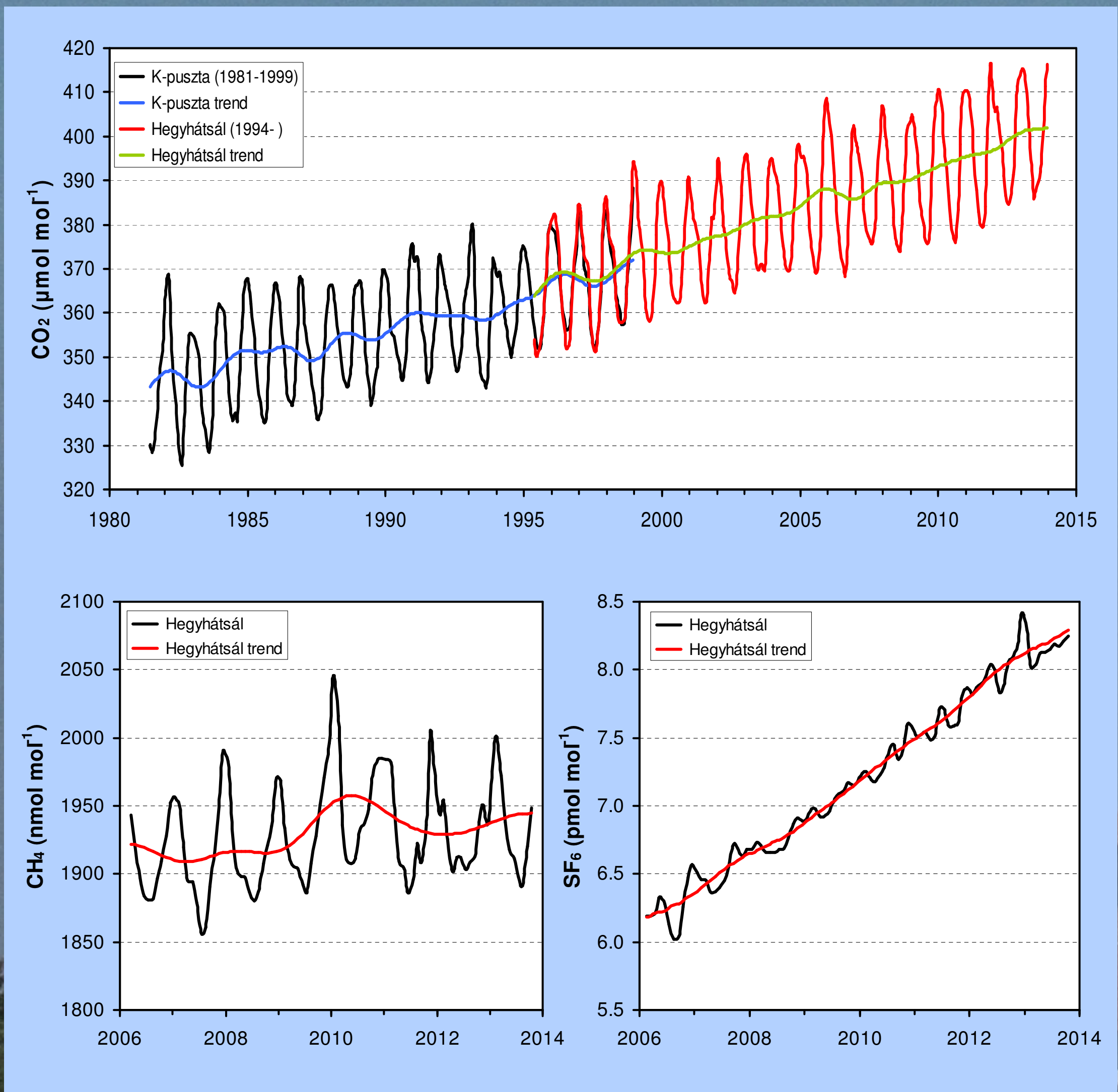
A mérőállomás elhelyezkedése

Az 1993-ban alapított hegyhátsági magas tornyos üvegházgáz megfigyelő állomás Nyugat-Magyarországon (46°57'N, 16°39'E, 248 m), viszonylag sík területen, közép-európai értelemben közvetlenül nem szennyezett környezetben helyezkedik el. Mérőtoronyként az Antenna Hungária Rt. 117 m magas TV-adórtornyát használjuk, melyet a tágabb környékre is jellemző vegyes mezőgazdasági területek és erdőfoltok vesznek körül. A torony közvetlen környezetét kvázi-természetes gyepp borítja. A tornyon 10 m-től 115 m-es magasságig meteorológiai mérőeszközöket és levegőbeszívó csöveket helyeztünk el. Az állomáson folyó üvegházgáz megfigyelési programban jelenleg az Országos Meteorológiai Szolgálat, az Eötvös Loránd Tudományegyetem Meteorológiai Tanszéke, az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpontja, valamint az MTA ATOMKI vesz részt. A mérőhely részt vesz a Meteorológiai Világszervezet (WMO) Global Atmosphere Watch (GAW) programjában, továbbá az amerikai National Oceanic and Atmospheric Administration üvegházgáz megfigyelő hálózatának munkájában.



Üvegházgáz koncentráció mérések

Közvetlenül nem szennyezett környezetben légköri szén-dioxid (CO_2) koncentráció mérések Magyarország középső részén (K-pusztá) már 1981 és 1999 között is folytak. 1994-től a hegyhátsági tornyon négy magassági szinten (10 m, 48 m, 82 m, 115 m) végzünk folyamatosan CO_2 méréseket. Az adatok nyilvánosan hozzáférhetők a Meteorológiai Világszervezet üvegházgáz adatközpontjában (World Data Centre for Greenhouse Gases, <http://ds.data.jma.go.jp/gmd/wdcgg/>). A metán (CH_4), a dinitrogén-oxid (N_2O) és a kén-hexafluorid (SF_6) légköri koncentrációjának kvázi-folyamatos mérését 2006 óta végezzük egy automatikus gázkromatográfval, melynek mintavételi magassága 96 m-rel van a felszín felett. 96 m-es magasságban 1993 óta veszünk heti rendszerességgel levegőmintákat az Amerikai Egyesült Államok Országos Óceán- és Légkörkutató Hivatalának globális megfigyelőhálózata (NOAA Global Greenhouse Gas Reference Network) számára. A mintákból a NOAA a levegő CO_2 , CH_4 , N_2O , SF_6 , CO és H_2 koncentrációját, továbbá $^{13}\text{CO}_2/^{12}\text{CO}_2$, $\text{C}^{18}\text{O}_2/\text{C}^{16}\text{O}_2$ izotóp-arányát határozza meg. Az adatok nyilvánosan hozzáférhetők a NOAA-tól (<http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/>). 2001 és 2008 között rendszeres repülőgépes levegőmintavételt, 2006 és 2008 között pedig közvetlen, folyamatos CO_2 koncentráció-méréseket is végeztünk a torony felett 3000 m-es felszín feletti magasságig egy Európai Unió által támogatott kutatási program keretében (CarboEurope, CarboEurope-IP).



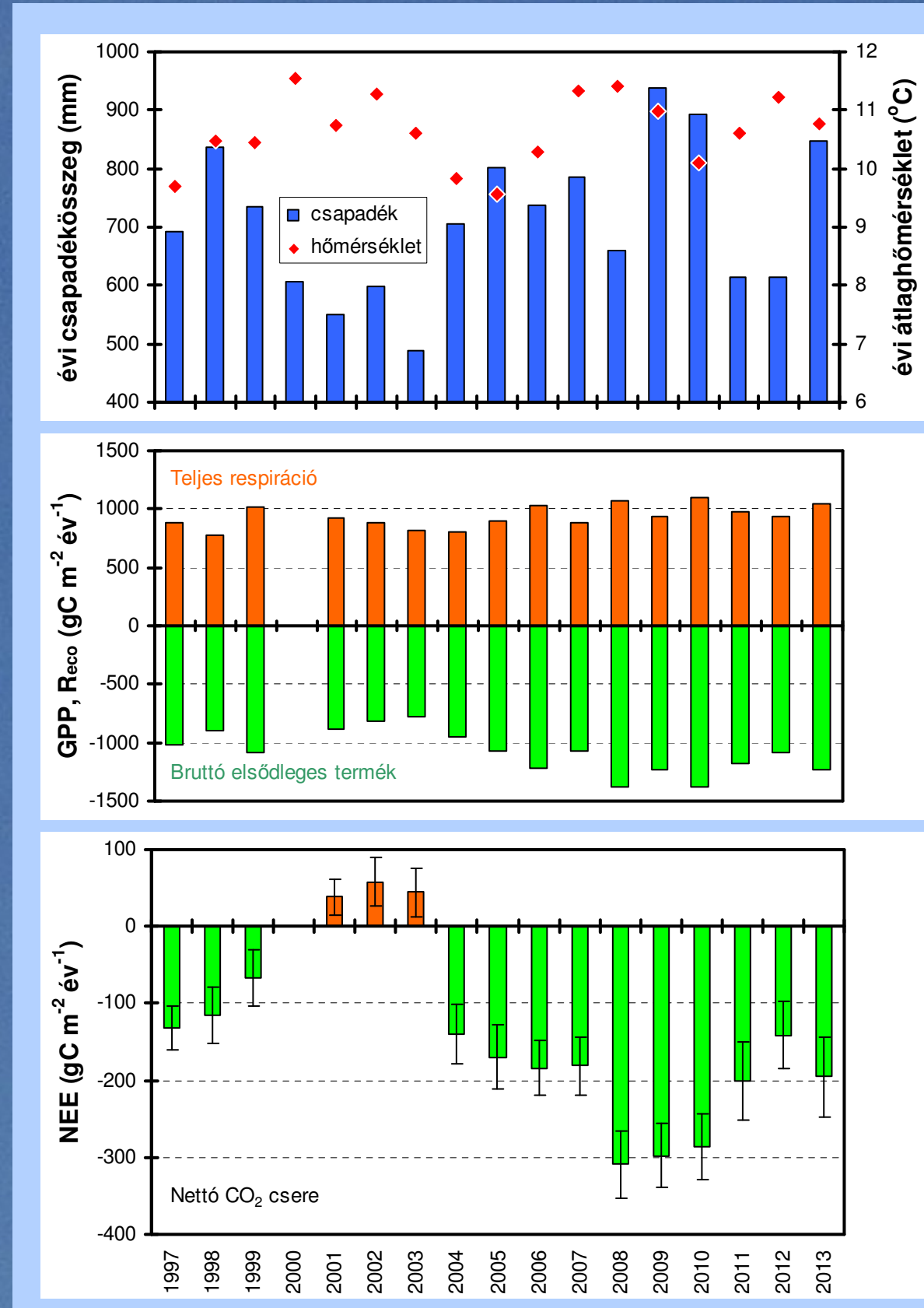
A mérési programmal és eredményeivel kapcsolatos legfontosabb tanulmányok:

- Haszpra, L. et al., 2008: Trends and temporal variations of major greenhouse gases at a rural site in Central Europe. *Atmospheric Environment* 42, 8707-8716.
- Haszpra, L. and Barcza, Z., 2010: Climate variability as reflected in a regional atmospheric CO_2 record. *Tellus* 62B, 417-426.
- Haszpra, L. et al., 2012: Variation of CO_2 mole fraction in the lower free troposphere, in the boundary layer and at the surface. *Atmospheric Chemistry & Physics* 12, 8865-8875.

Köszönetnyilvánítás A hegyhátsági mérési és kutatási programokat az Európai Unió 6. és 7. K+F Keretprogramja (CarboEurope-IP - GOCE-CT-2003-505572, IMECC - RI13 026188, InGOS - 284274), valamint az Országos Tudományos Kutatási Alap (KTIA-OTKA CK77550, OTKA K104816, OTKA K109764) támogatta, illetve támogatja.

A regionális légkör-bioszféra szén-dioxid forgalom megfigyelése

A hegyhátsági üvegházgáz megfigyelő állomáson két, a CO_2 , valamint a latens és szenzibilis hő függőleges áramát eddy-kovariancia elven mérő mérőrendszer működik. A 3 m-es magasságban lévő az alatta elterülő kvázi-természetes gyepp CO_2 forgalmát vizsgálja. A másik 82 m-es magasságban van a tornyon. A szokatlanul nagy magasságban elhelyezett rendszerrel egy kiterjedt, vegyes mezőgazdasági régió CO_2 forgalmát vizsgáljuk, ami lehetővé teszi az eredmények nagyobb területre való általánosítását. A számított nettó szén-dioxid forgalom (NEE), a bruttó elsődleges termék (GPP), az ökológiai rendszerek teljes respirációja (R_{eco}) összefüggésbe hozható a környezeti változók alakulásával, és így megbecsülhető az éghajlatváltozás természetes CO_2 forgalomra gyakorolt hatása.

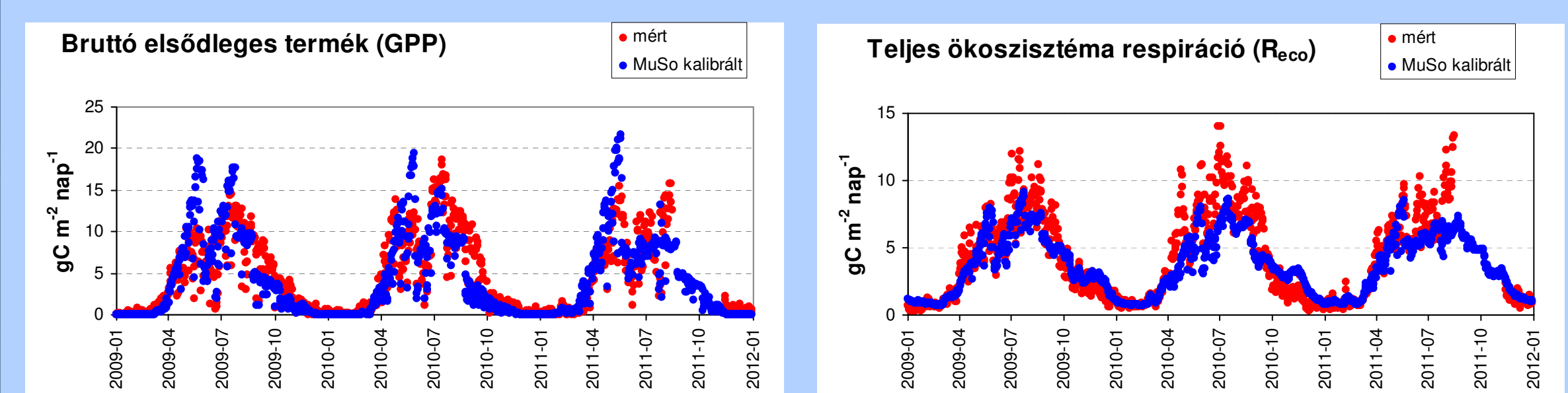


A mérési programmal és eredményeivel kapcsolatos legfontosabb tanulmányok:

- Haszpra, L. et al., 2001: Measuring system for the long-term monitoring of biosphere/atmosphere exchange of carbon dioxide. *J. of Geophysical Research* 106D, 3057-3070.
- Haszpra, L. et al., 2005: Long term tall tower carbon dioxide flux monitoring over an area of mixed vegetation. *Agricultural and Forest Meteorology* 132, 58-77.
- Barcza, Z. et al., 2009: Spatial representativeness of tall tower eddy covariance measurements using remote sensing and footprint analysis. *Agricultural and Forest Meteorology* 149, 795-807.

A kvázi-természetes gyepp légkör-bioszféra közötti CO_2 forgalmának modellezése

A 3 méteres tornyra telepített eddy-kovariancia elven működő mérőrendszer a tornyot övező gyepp szén- és energiaháztartását méri. A mérési adatok felhasználásával adaptáltuk és fejlesztettük tovább a Biome-BGC modellt annak érdekében, hogy az ökológiai rendszerek alapvető anyag- és energiaforgalmát, illetve az emberi beavatkozás hatásait vizsgálhassuk (új változat: BBGG MuSo). A fejlesztések egyrészt strukturálisak (többrétegű talajmodul, növényi hervadás, belvíz- és talajvíz-szimuláció), másrészt különböző földhasználati tevékenységek szimulációjának beépítését célozták (kaszálás, legeltetés, műtrágyázás, szálalás, vetés, aratás). A modell kalibrációját Bayes-bebecslésen alapuló, globális optimalizációs eljárással végeztük, melynek eredményeképpen csökkent a modellhiba.



A mérési programmal és eredményeivel kapcsolatos legfontosabb tanulmányok:

- Barcza, Z., Haszpra, L., Kondo, H., Saigusa, N., Yamamoto, S., Bartholy, J., 2003: Carbon exchange of grass in Hungary. *Tellus* 55, 187-196.
- Barcza, Z., Haszpra, L., Somogyi, Z., Hidy, D., Churkina, G., Horváth, L., Lovas, K., 2009: Estimation of the biospheric carbon dioxide balance of Hungary using the BIOME-BGC model. *Időjárás* 112, 203-219.
- Hidy, D., Barcza, Z., Haszpra, L., Churkina, G., Pintér, K., Nagy, Z., 2012: Development of the Biome-BGC model for simulation of managed herbaceous ecosystems. *Ecological Modelling* 226, 99-119.

A CO_2 izotóp-összetételének mérése

2008 szeptembere óta vizsgáljuk a debreceni levegő szén-dioxid tartalmának fosszilis eredetű hányadát. Ehhez a vizsgálathoz a Hegyhátsálon, mint viszonylag szennyezetlennek tekinthető helyen végzett radiokarbon méréseket használjuk referenciaként. A Debrecenből, illetve Hegyhátsálról származó levegőminták izotóp-összetételének összehasonlításával a debreceni levegő fosszilis eredetű CO_2 tartalma meghatározható. Ehhez a NaOH oldatban elnyeletett levegőminták CO_2 koncentrációját és ^{14}C tartalmát 0,1 ppm, illetve 0,5 ‰ pontossággal kell mérnünk. Az eredmények azt mutatják, hogy a CO_2 koncentráció értékekben megfigyelhető jelentős eltérés (5-20 ppm) ellenére az évi menet és a trend a két helyszínen nagyon hasonló. A várakozásoknak megfelelően a fosszilis eredetű CO_2 a téli hónapokban jelentősebb.

