HUN REN | ATK TALAJTANI INTÉZET

HU-SoilCarbonGrids

Átfogó és dinamikus információk a hazai talajok szerves szénkészletének változásáról

Szatmári Gábor, Laborczi Annamária, Takács Katalin, Mészáros János, Koós Sándor, Bakacsi Zsófia, Pásztor László

HUN-REN ATK TAKI

https://husoilcarbongrids.hu

TAKI 75 EST. 1949

Talaj szerves szén (SOC)

A megnövekedett igényekről…

- Már nemcsak a talajtanosok érdeklődnek a SOC iránt
- Más diszciplínák kutatói, gyakorlati szakemberek, gazdálkodók, döntéshozók, és a társadalom is egyre inkább érdeklődik
- Előtérbe került a SOC **térbeli és időbeli** változékonyságának kérdése
- Az igények szignifikánsan megváltoztak és sokrétűek lettek mind hazai, mind nemzetközi szinten → év, időszak és lépték.
- *Például: EU Talajmonitoring Irányelv, EU Természethelyreállítási Törvény, EU Gazdasági és Környezeti Számlák, ENSZ Elsivatagosodás elleni küzdelem, Carbon-kreditek és Carbon-farming kérdésköre, etc.*

Hogyan tudjuk ezeket a megnövekedett és természetükben jelentősen megváltozott igényeket kielégíteni?

Amit célul tűztünk ki…

- Országos léptékben olyan

  átfogó

  dinamikus és

  megbízható

HU-SoilCarbonGrids

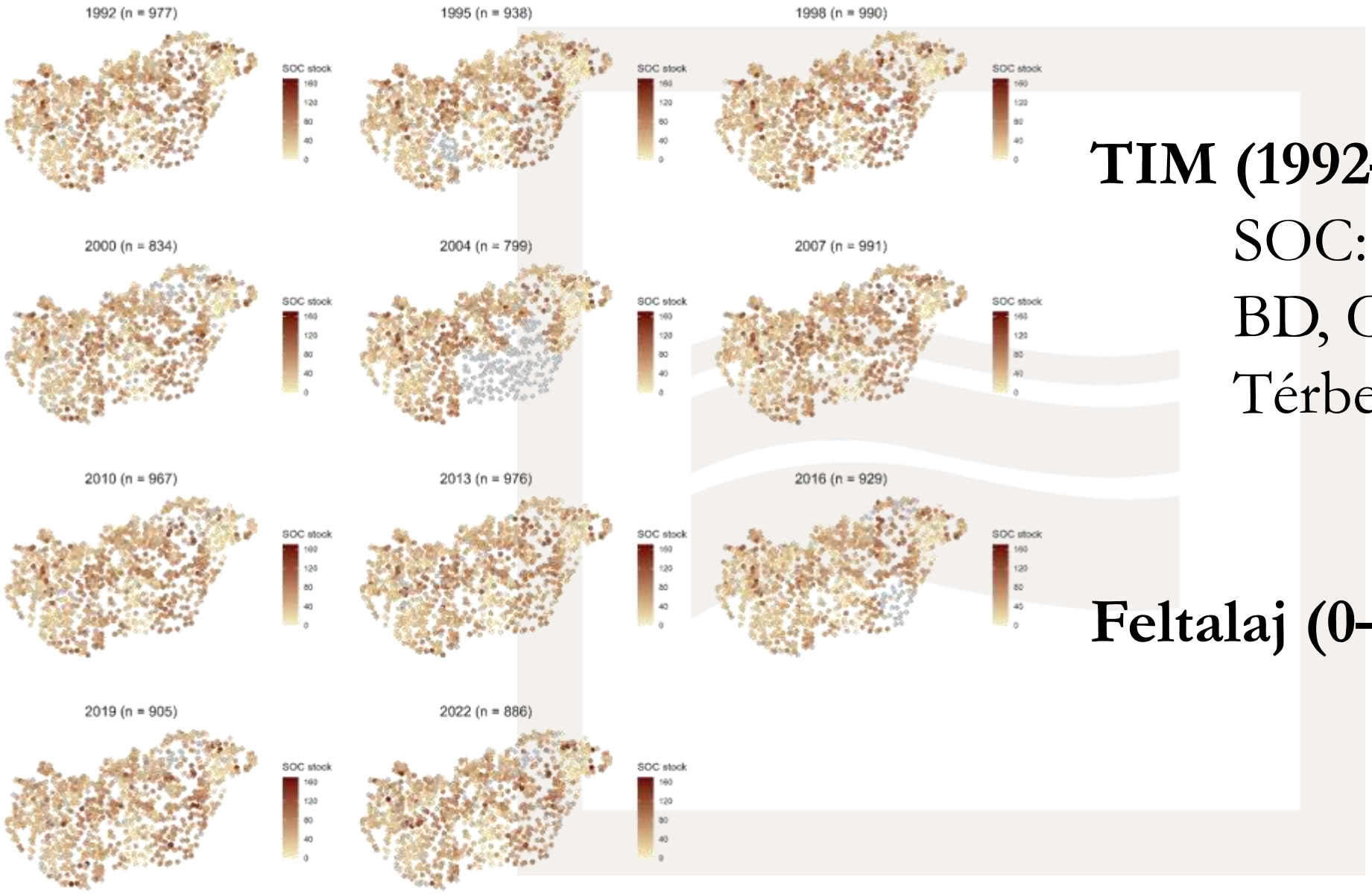
információk szolgáltatása a hazai talajok SOC-készletéről, melyek mind a hazai, mind a nemzetközi igényeknek és elvárásoknak megfelelnek – Sőt azokon kicsit túl is mutassanak…

Megközelítés: Tér- és időbeli modellezés (2D+T)

Eszközkészlet: Pedometria (*pedometrics*)

ΠΕΔΟ METRICS

Talajtani (referencia) adatok



TIM (1992–2022)

SOC: 11 év (9.385 adat)

BD, CF: bázisév (1992)

Térben, időben referált

Feltalaj (0–30 cm)

Környezeti segédváltozók…

…mint proxyk a talajképződési tényezőkhöz

- **Statikus**
  - Domborzat
  - Geológia
  - Talajtípus
- **Dinamikus (1987–2024)**
  - Klíma
  - Bioszféra
  - Talajfelszín reflektancia (RS)

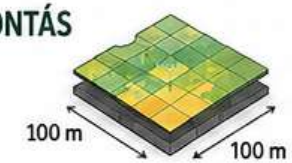
Hosszútávú és késleltetett hatások figyelembevétele

HUN REN | ATK TALAJTANI INTÉZET

Tér-idő modellezés (2D+T)

TÉR–IDŐ DOMAIN
Magyarország,
1992–2024

TÉRBELI FELBONTÁS
100×100 m



IDŐBELI FELBONTÁS
1 év

1992 1993 1994 ··· 2023 2024

SZTOCHASZTIKUS MEGKÖZELÍTÉS

1 ADATOK ÉS BEMENETEK

SOC megfigyelések
(SIMS monitoring hálózat)

9385 megfigyelés
1048 helyszínen
több időpontban

Környezeti segédváltozók

STATIKUS (időben állandó)

Domborzat · Geológia · Talajtípus

DINAMIKUS (éves felbontásban)

Klíma · Bioszféra · Talajfelszín

Földmegfigyelési adatokból
1987–2024

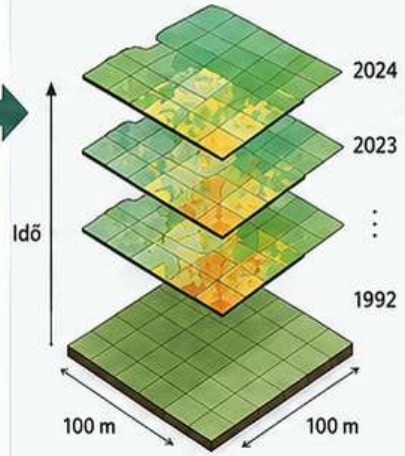
2 KORSZERŰ ALGORITMUSOK

Geostatisztikai és
gépi tanulási módszerek

- Nemlineáris kapcsolatok
- Magas dimenzió kezelése
- Komplex tér–idő mintázatok megragadása
- Sztochasztikus előrejelzések

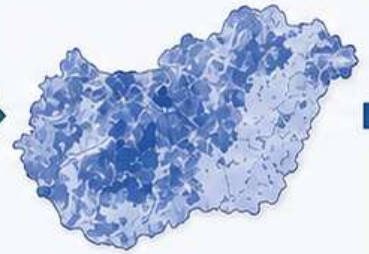
3 TÉR–IDŐ MODELLEZÉS ÉS BECSLÉS

Éves SOC-készlet becslése
100×100 m rácson
1992–2024 között

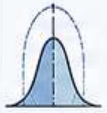


4 BIZONYTALANSÁG SZÁMSZERŰSÍTÉSE

Lokális predikciós bizonytalanság
minden rácsra és évre



Alacsony bizonytalanság — Magas bizonytalanság



A becsléshez kapcsolódó bizonytalanság lokális számszerűsítése

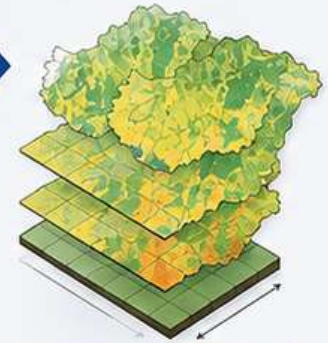
5 VALIDÁCIÓ ÉS ÉRTÉKELÉS

5×10-fold LLOCV
(Leave-Location-Out
Cross-Validation)

- ✓ Hibák értékelése
- ✓ Bizonytalansági modellek validációja
- ✓ A tér–idő variabilitás feltárása

6 PRODUKTUM

Dinamikus SOC-készlet
térképsorozat hazánkra,
globális és lokális mutatók
a megbízhatóságára

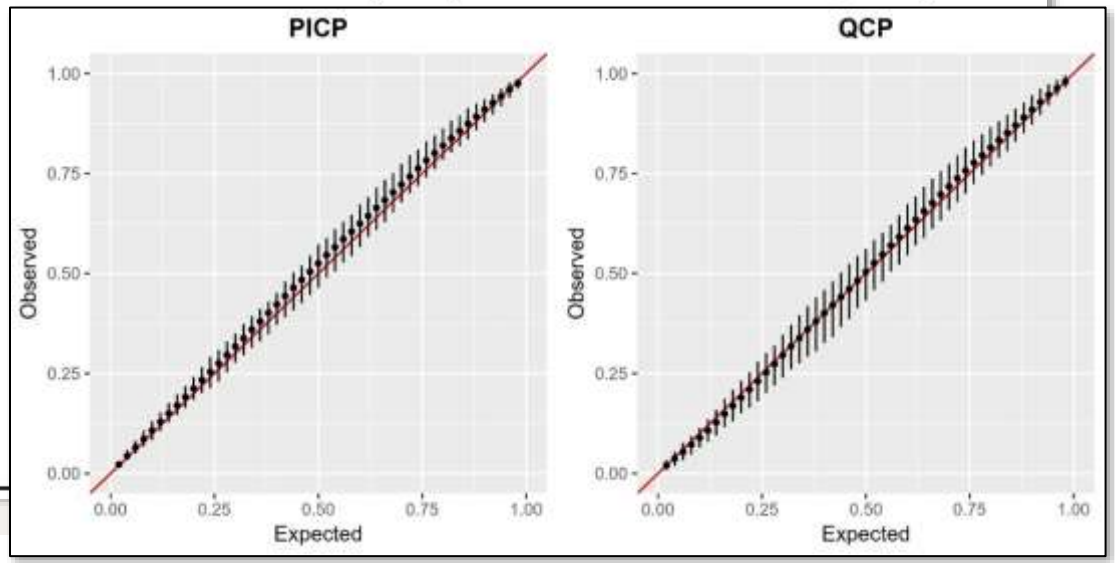


1992 ··· 2024

HUN REN | ATK TALAJTANI INTÉZET

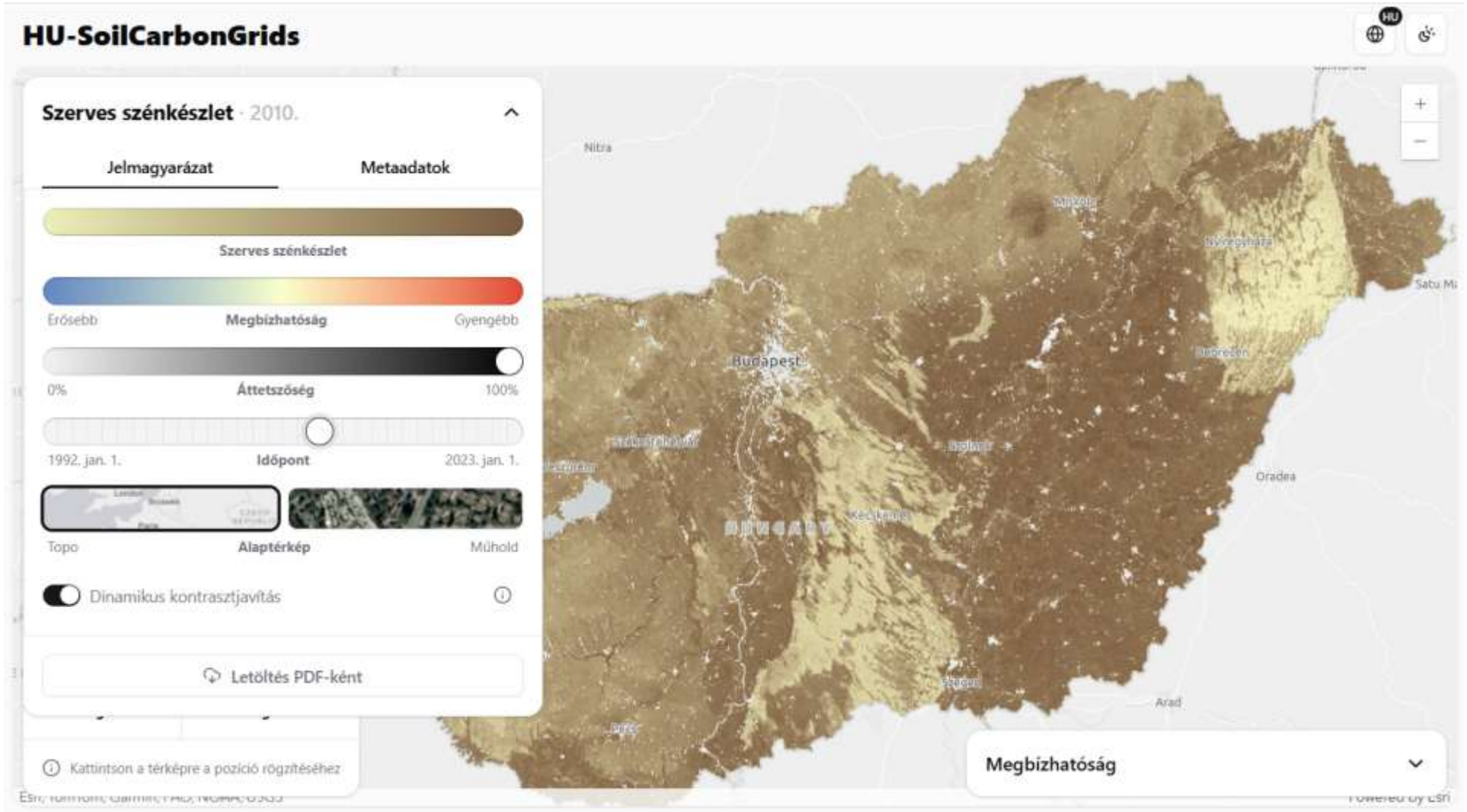
TABLE 2 | The performance of SOC stock predictions using five times repeated 10-fold leave-location-out cross-validation.

Year	Unit	ME	RMSE	MEC[a]
1992	tons·ha^{-1}	−0.35 (1.83)	19.19 (1.67)	0.37 (0.06)
1995	tons·ha^{-1}	0.52 (2.64)	20.14 (2.04)	0.35 (0.06)
1998	tons·ha^{-1}	−0.83 (2.22)	20.72 (1.71)	0.33 (0.07)
2000	tons·ha^{-1}	0.32 (1.98)	17.97 (2.04)	0.35 (0.09)
2004	tons·ha^{-1}	0.48 (2.52)	20.64 (2.29)	0.26 (0.08)
2007	tons·ha^{-1}	−0.73 (2.10)	19.83 (1.91)	0.31 (0.07)
2010	tons·ha^{-1}	0.08 (1.99)		
2013	tons·ha^{-1}	1.05 (2.12)		
2016	tons·ha^{-1}	2.09 (1.75)		
2019	tons·ha^{-1}	1.83 (2.48)		
2022	tons·ha^{-1}	2.23 (2.71)		
All year	tons·ha^{-1}	0.42 (1.72)		



HUN REN | ATK TALAJTANI INTÉZET

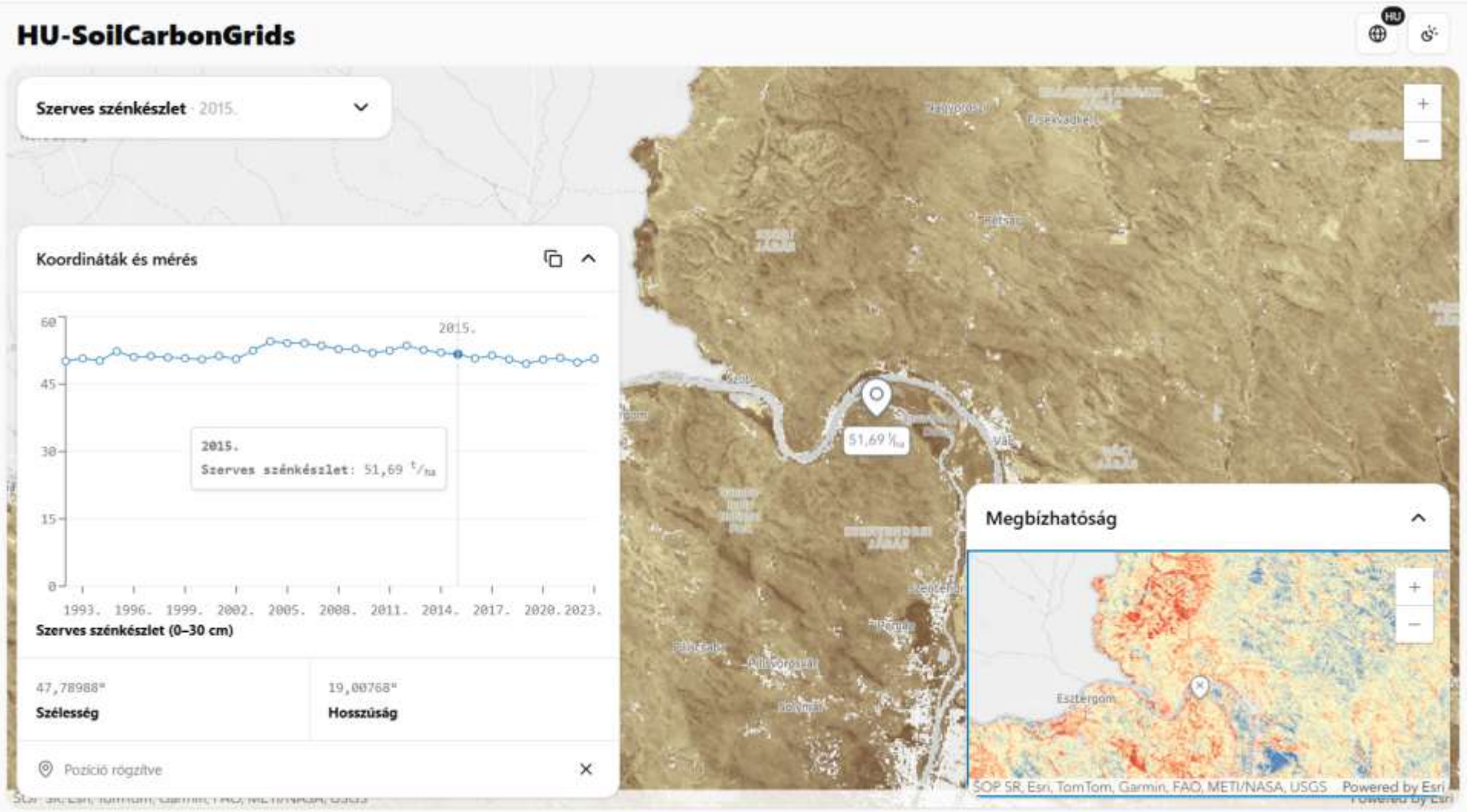
Interaktív térképek



https://husoilcarbongrids.hu

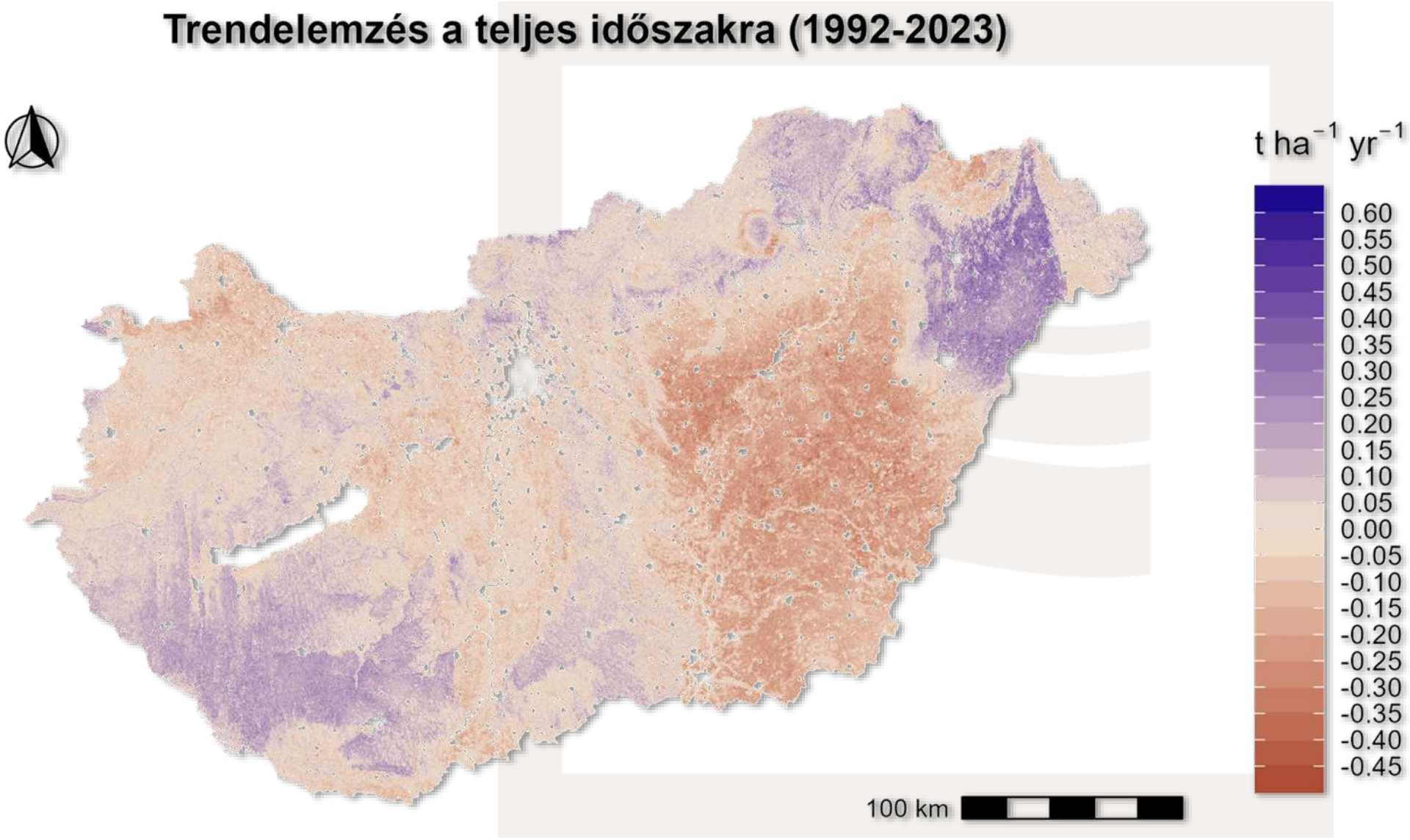
HUN REN | ATK TALAJTANI INTÉZET

Interaktív térképek



https://husoilcarbongrids.hu

Előzetes elemzések

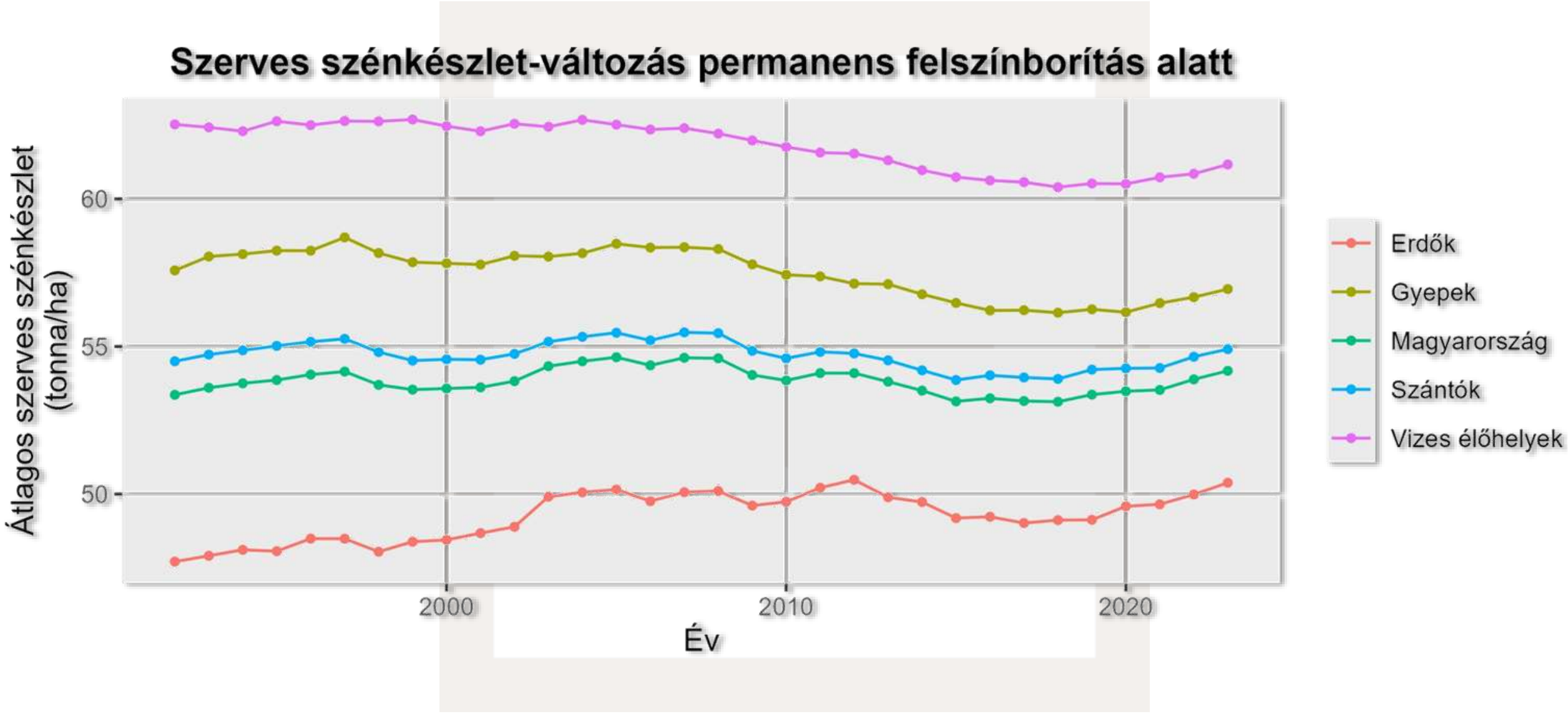


Szignifikáns trend:
6,2 millió ha

Szénveszteség:
3,5 millió ha

Széngyarapodás:
2,7 millió ha

Előzetes elemzések



European Journal of Soil Science

RESEARCH ARTICLE | Open Access

HU-SoilCarbonGrids: An Initiative for Providing Comprehensive Information on Soil Organic Carbon Changes in Hungary

Gábor Szatmári, Annamária Laborczi, Katalin Takács, János Mészáros, Sándor Koós, Zsófia Bakacsi, László Pásztor

First published: 13 February 2026 | https://doi.org/10.1111/ejss.70292 | VIEW METRICS

SECTIONS PDF CITE TOOLS SHARE

ABSTRACT

The demand for spatially and temporally exhaustive information on soil organic carbon (SOC) is growing exponentially. This is because many national, continental, and global initiatives strongly rely on such information, including soil health monitoring, sustainable land use, climate change mitigation, land degradation neutrality, and maintenance of ecosystem services. The objective of this study is to introduce HU-SoilCarbonGrids (https://husoilcarbongrids.hu/), which aims to meet diverse demands and provide reliable and comprehensive information on spatiotemporal SOC changes across Hungary. It relies on geographically and temporally referenced SOC stock observations ($n = 9385$, collected every 3 years at 1048 monitoring sites) derived from the Hungarian Soil

Take-home messages

- HU-SoilCarbonGrids = Átfogó, dinamikus és megbízható SOC információk országos léptékben, éves felbontásban
- Mind a hazai, mind a nemzetközi igényeknek és elvárásoknak megfelel
- Támogatja a talajegészség monitoringot, a környezetvédelmi törekvéseket, a beszámolási kötelezettségek teljesítését, ill. a szakpolitikai döntéseket
- Formálja a társadalom szemléletét → a talaj nemcsak térben, hanem időben is változik!
- HU-SoilCarbonGrids nem statikus! 2023 → 2024 (NRR, Ecosys. accounts)
- Számos módszertani problémát megoldottunk (tér-idő korr., upscaling, bizonytalanság modellezés, long-term effect, etc.)
- Terv: Folyamatosan bővíteni, fejleszteni, finomítani mind a módszertant, mind az eredménytérképeket.