

Korai lombhullás kocsánytalan tölgyesekben a 2024. augusztusi extrém aszály és hőhullám hatására: különleges egyszeri esemény vagy új viselkedési forma?

KERN ANIKÓ

ELTE, Geofizikai és Űrtudományi Tanszék
Óbudai Egyetem, SpaceLab

2025. december 5.

Motiváció

2024 nyár extrém időjárása:

→ Rekord korai lombhullás

Cél:

- a jelenség detektálása, leírása
- **megértése**
- egyediségének bemutatása
- érintett fafajok feltérképezése



Psunj, © Planet

Bükk, © Dr. Csóka György & dr. Paulin Márton

Amit tudunk...

Extrém időjárású nyarak:

- Hőség, aszály  VPD, PET
+ sugárzás
- 2018 eddigi rekord év Európában
(*Buras et al., 2020; Bastos et al., 2021; Senf et al., 2021; Schuldt et al., 2022; etc.*)
- Az éghajlat változásával változás zajlik a tölgyesekben is
(*Perkins et al., 2018; Bose et al., 2021; Móricz et al., 2021; 2025; Martinez del Castillo et al., 2021; Zhang et al., 2025; etc.*)

Kocsánytalan tölgyek hő- és vízhiányos stressz alatt:

- Dinamikus stratégiaváltás
- A lomböregedés hormonálisan **szabályozott**
- Önmagát erősítő folyamat, **irreverzibilis** lépésekkel
- **Túlélő mechanizmus** a vízvesztés csökkentésére
- A hőség tolerálása kisebb (*Hauck et al., 2025*)
- Klorofill lebomlása, tápanyagok „kimentése”
- Az ismételt stresszhelyzetek idővel elhaláshoz vezethetnek

Vizsgált területek

- Közép-Európa

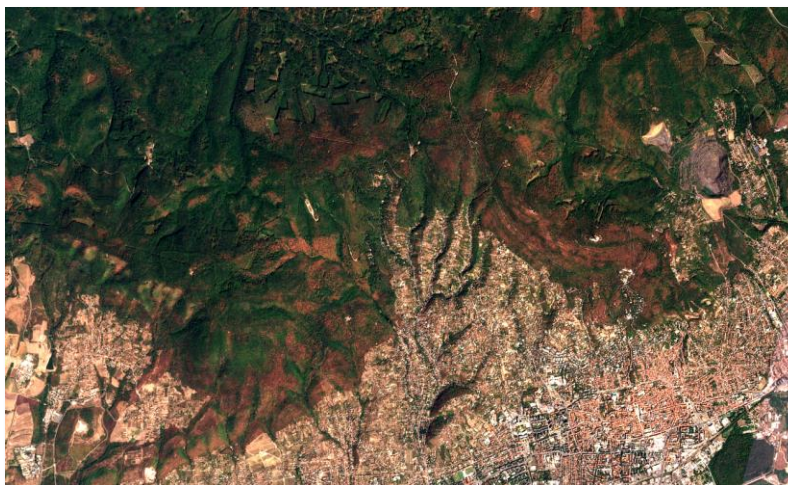
- 500 méteren, 2000–2024

- Mecsek térsége

- 46,0–46,3°N, 17,8–18,5°E
- 500 méteren, 2000–2024
- 30 méteren, 2017–2024

- Szlavónia

- 45,0–45,8°N, 16,6–18,4°E
- 500 méteren, 2000–2024
- 30 méteren, 2017–2024



Dél-Mecsek, © Planet



Szlavónia, HLS

Adatok

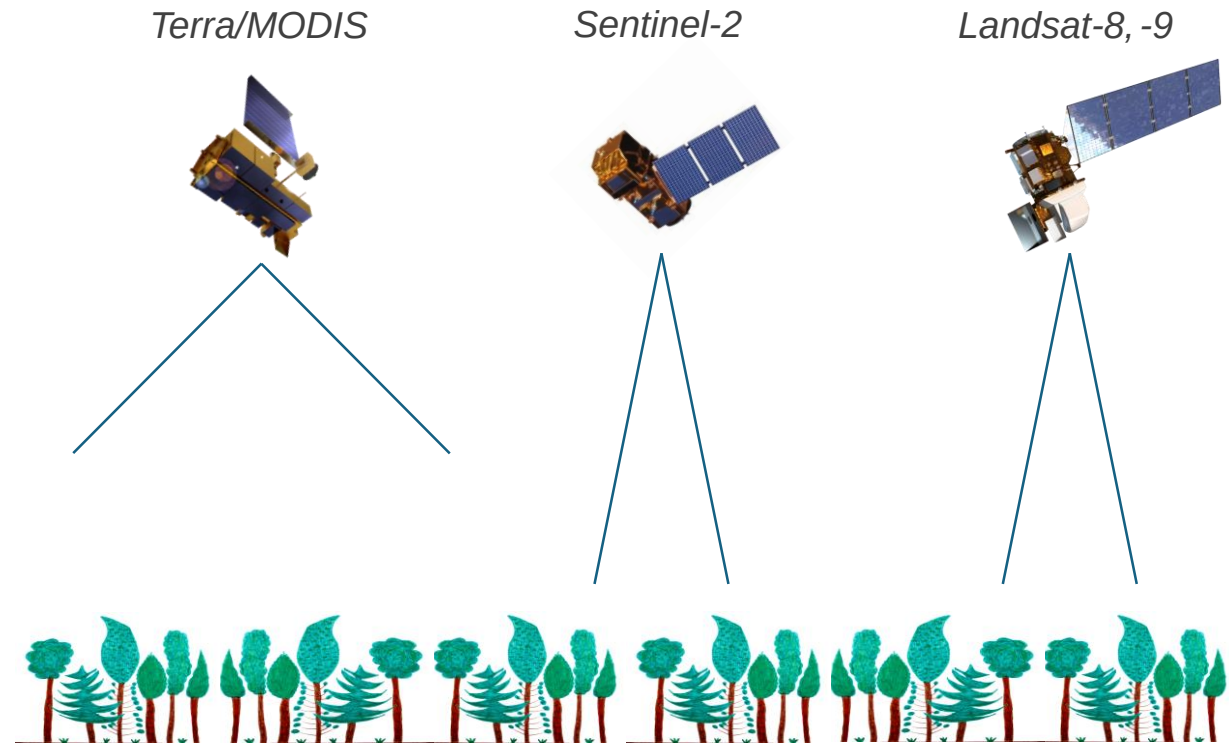
- Műholdas reflektanciák:

- Terra/MODIS
250 és 500 méter, 2000–
- Harmonised Landsat-Sentinel
30 méter, 2017–
- Planet
3 méter

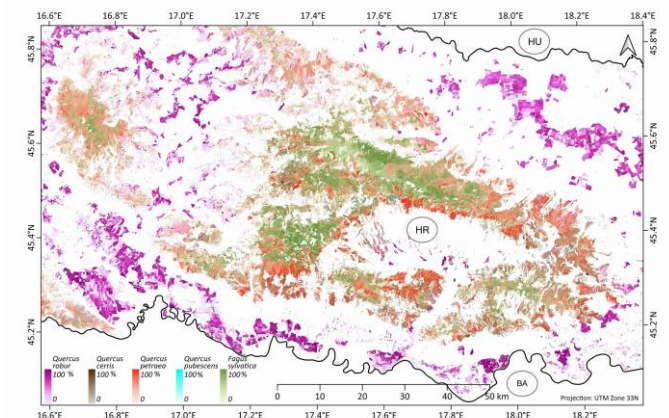
- Felszíntípus adatbázisok

- Erdészeti adatok

→ vizsgált fajok



NÖSZTÉP



Horvát faj adatbázis

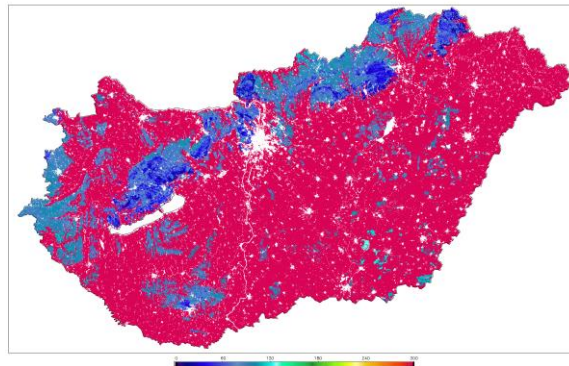
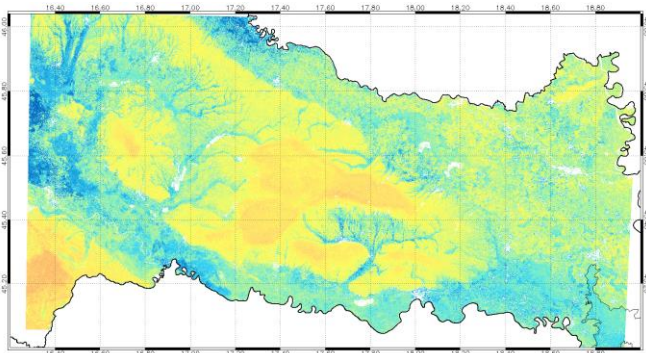
Adatok

- Meteorológiai adatok:

- FORESEE: Tmin, Tmax, VPD, Rad, → PET
- ERA-5 Land: talajnedvesség

- Környezeti adottságok:

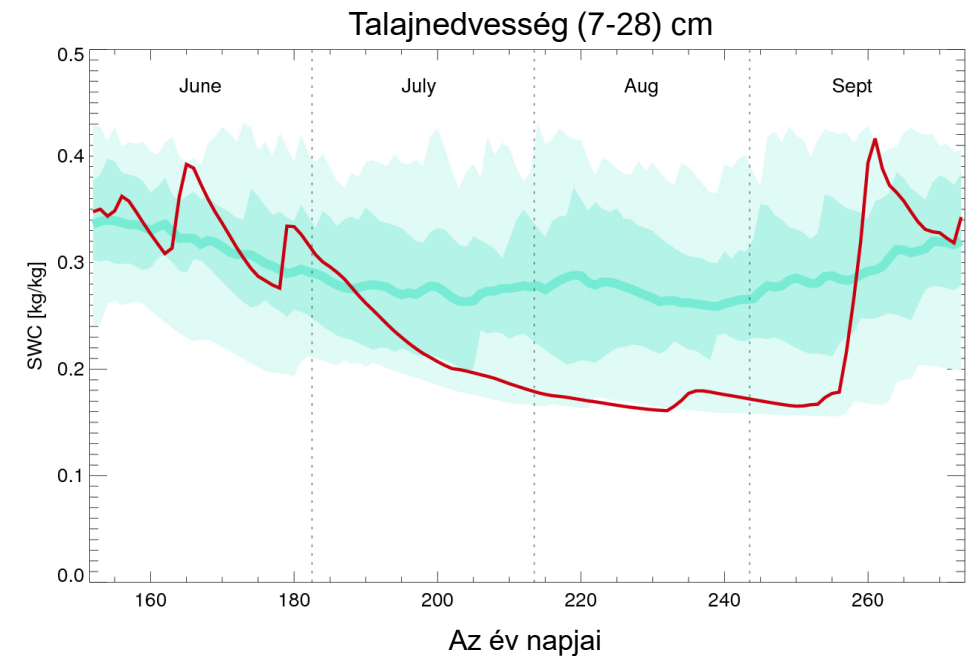
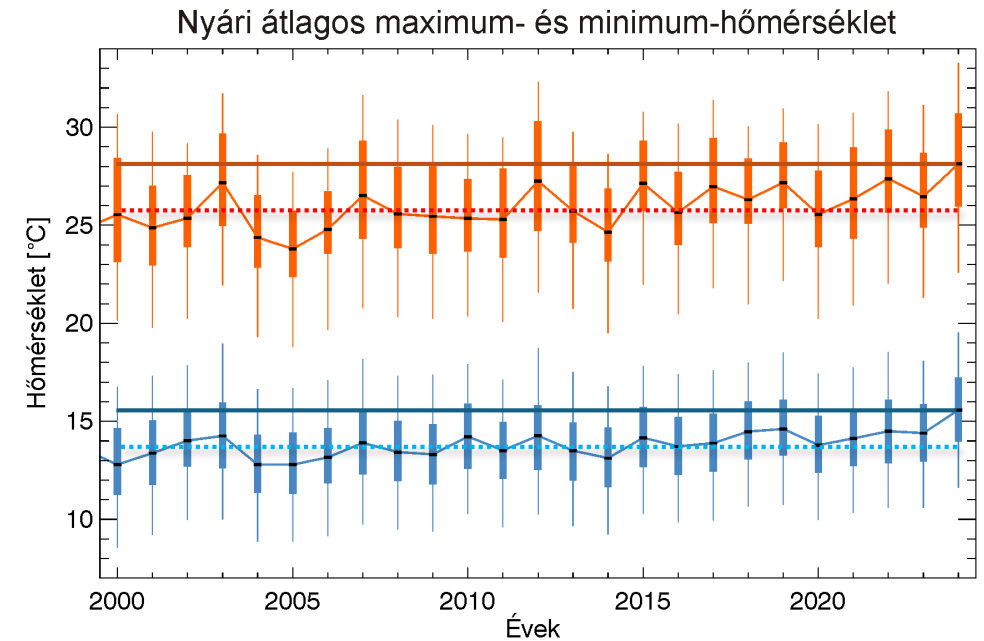
- Termőtalaj vastagsága
- Topográfia



Termőtalaj vastagsága: Križan et al., 2023; TAKI

+ 2,3°C

+ 1,8°C



Módszerek

- Normalized Difference Vegetation Index

$$NDVI = \frac{R_{NIR(\sim 865\text{ nm})} - R_{red}}{R_{NIR(\sim 865\text{ nm})} + R_{red}}$$

- Green Red Vegetation Index¹

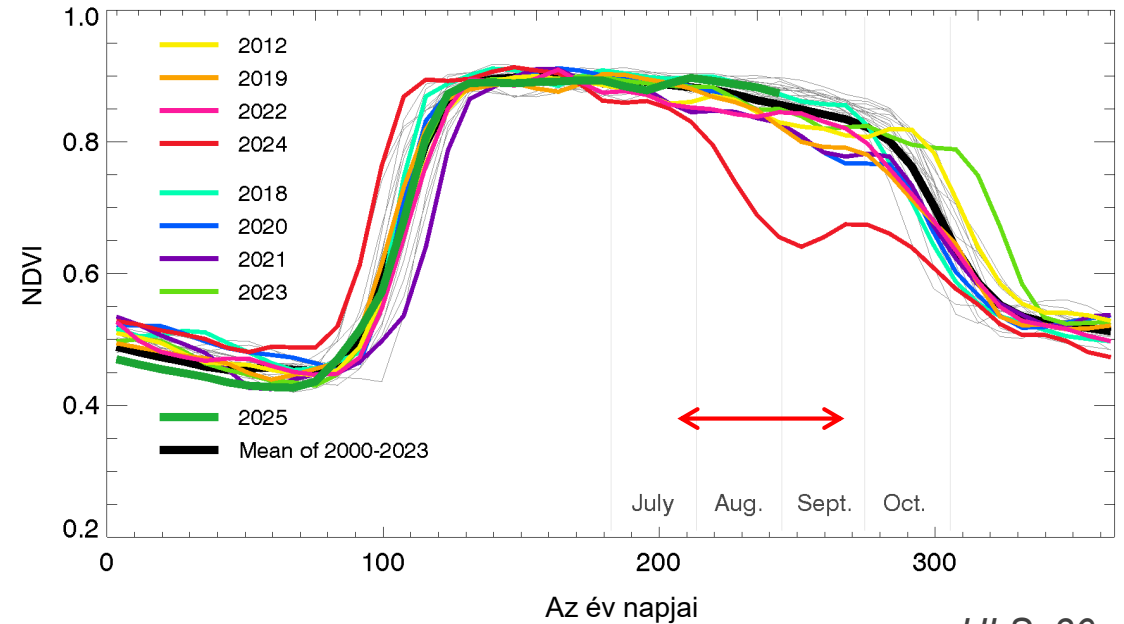
$$GRVI = \frac{R_{green} - R_{red}}{R_{green} + R_{red}}$$

- Az első nap, amikor $GRVI < 0$

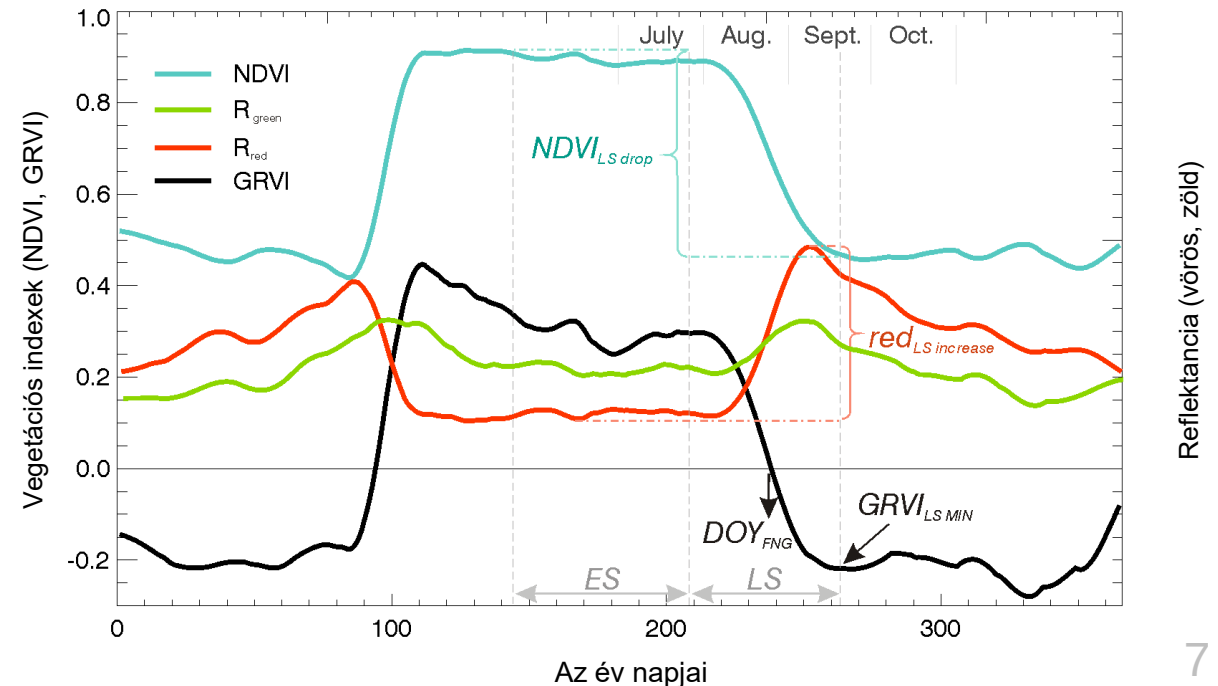
$$DOY_{FNG\ i,j,y} = \min_{d \in LS} \{d \mid GRVI_{i,j,d,y} < 0\}$$

- Vörös reflektancia növekedése

MODIS, 250 méter



HLS, 30 méter



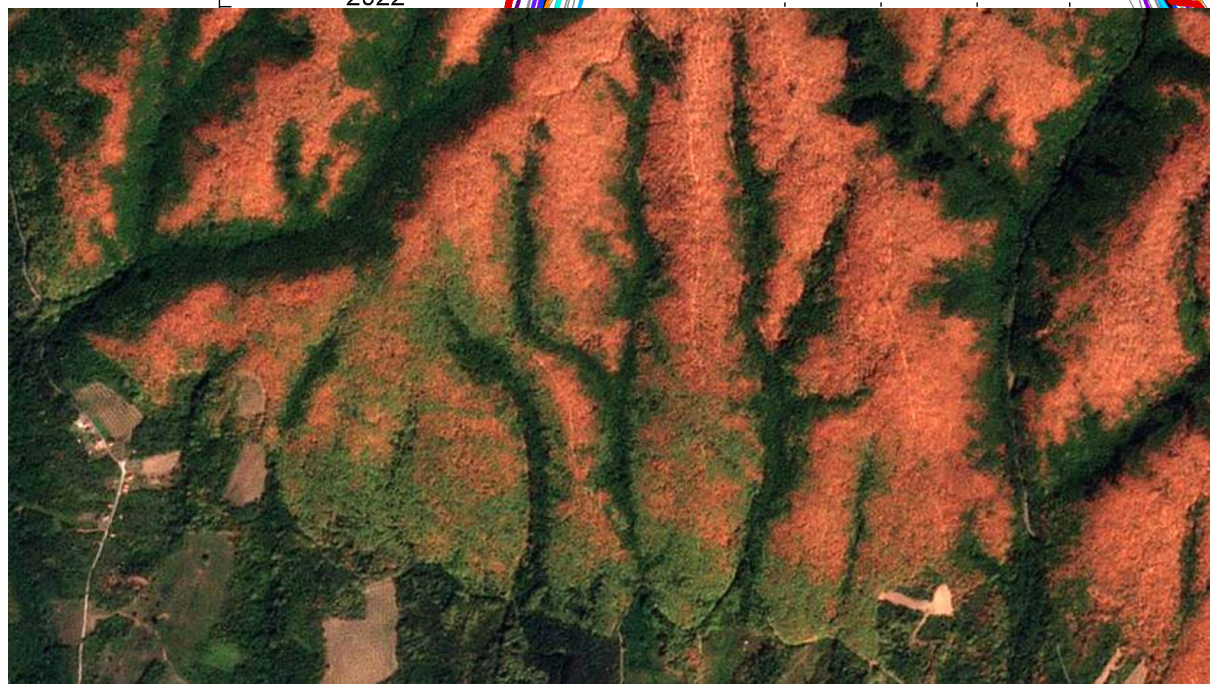
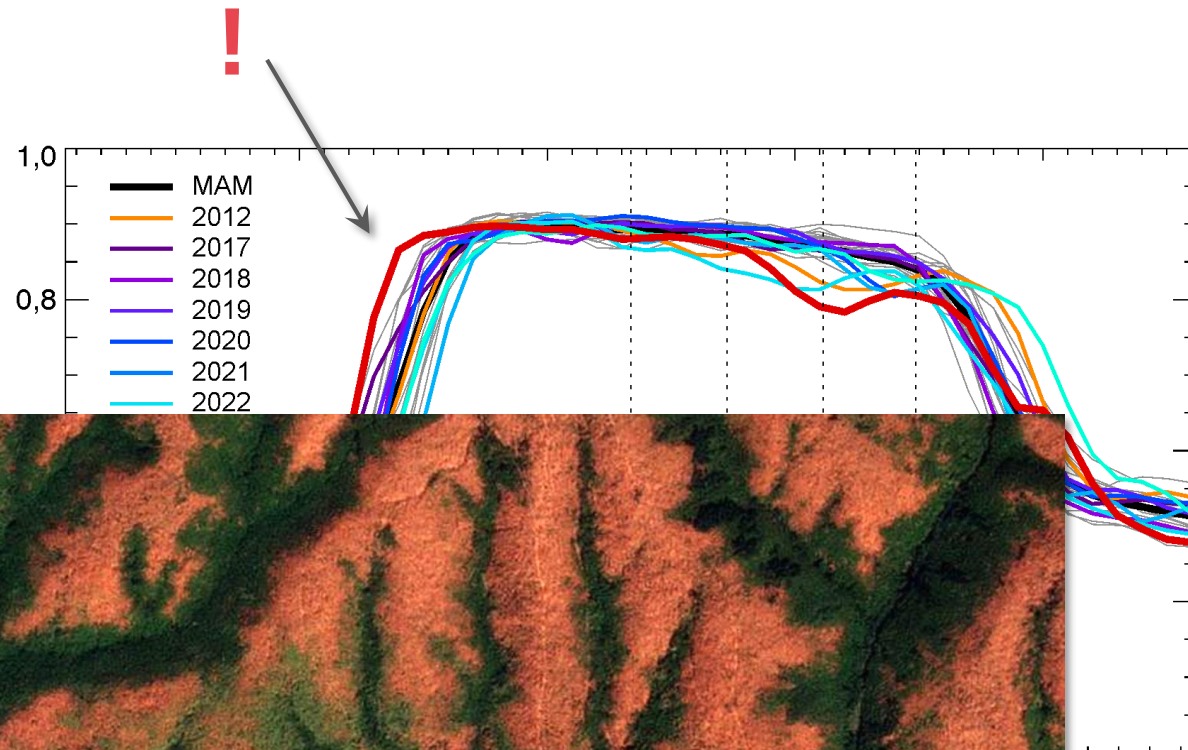
Nehézségek

Detektálásban:

- Tölgy-csipkéspoloska
(*Corythucha arcuata*, Say 1832)
- 25 évre „csak” durva térbeli felbontású
MODIS adat

Leírásban:

- A jelenség rendkívül összetett
- Időbeli modellezéshez:
nulla vagy kevés hasonló esemény volt
- Térbeli modellezéshez:
az adatok bizonytalansága



Eredmények

Az azonosított erdők területe

MODIS alapján, 25 évre

Szlavónia:

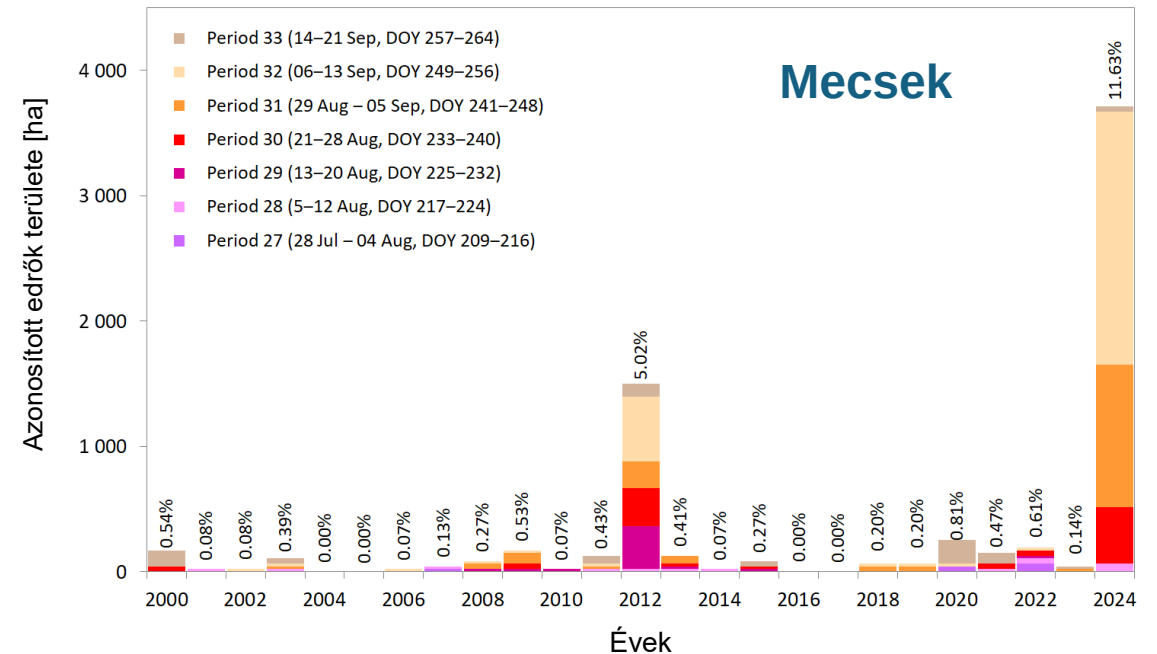
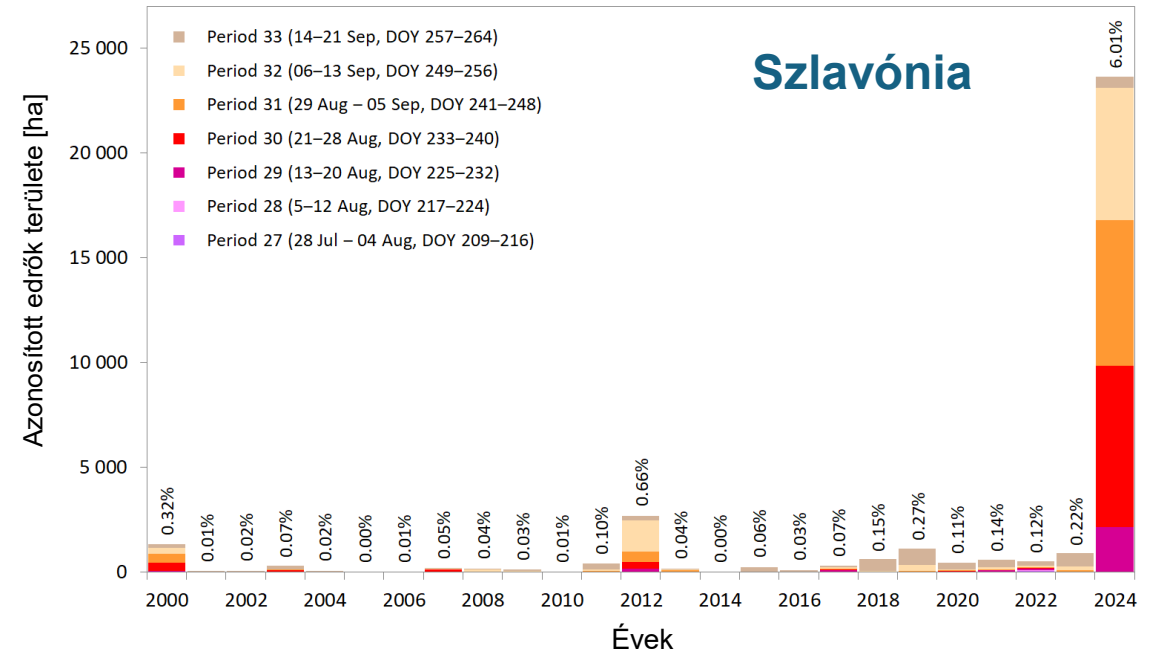
Vizsgált: ~393e ha

Korai lombhullás: ~24e ha $\approx 6\%$

Mecsek:

Vizsgált: ~32e ha

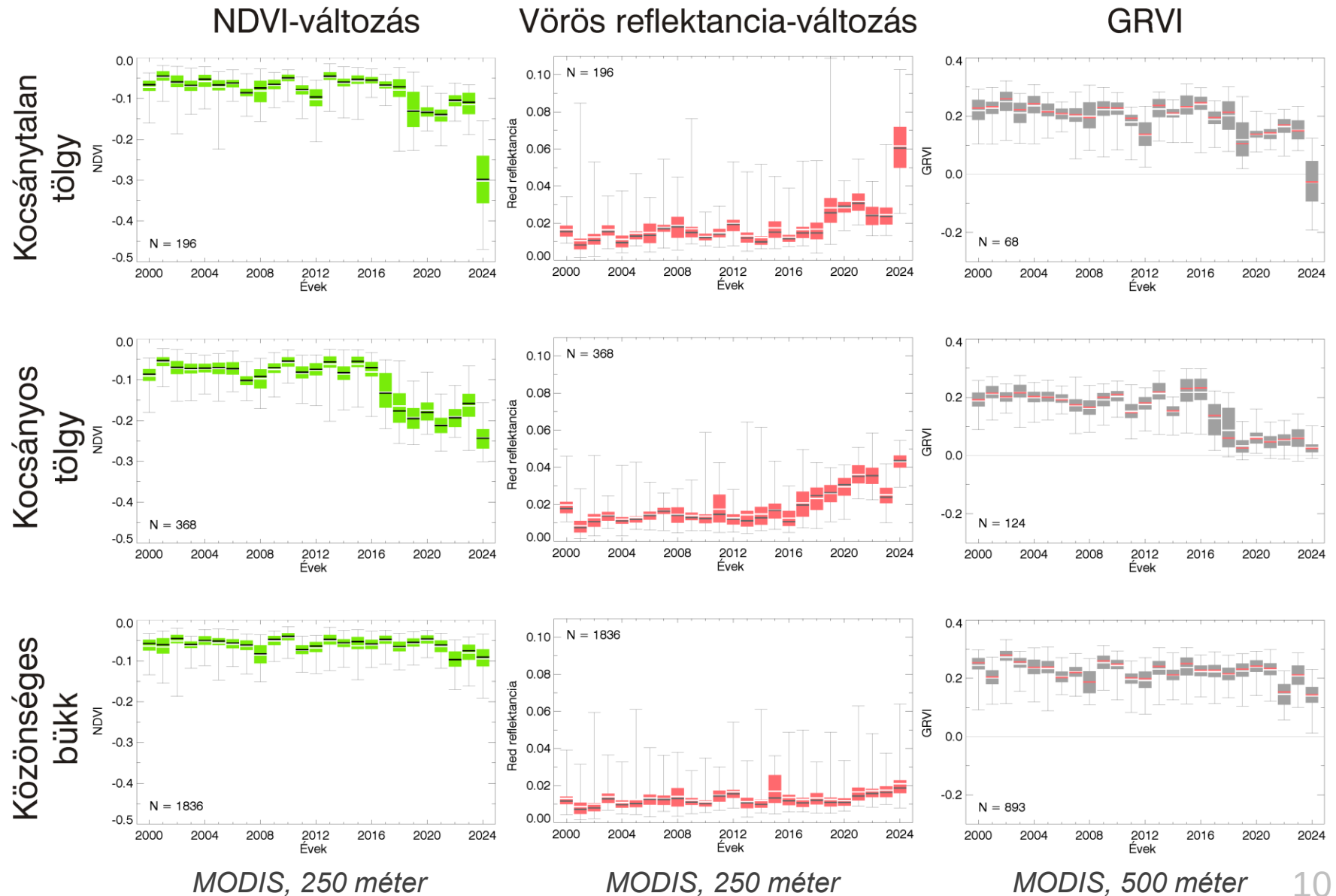
Korai lombhullás: ~3,7e ha $\approx 11,6\%$



Eredmények

Spektrális jellemzők

MODIS alapján
25 év
Szlavónia



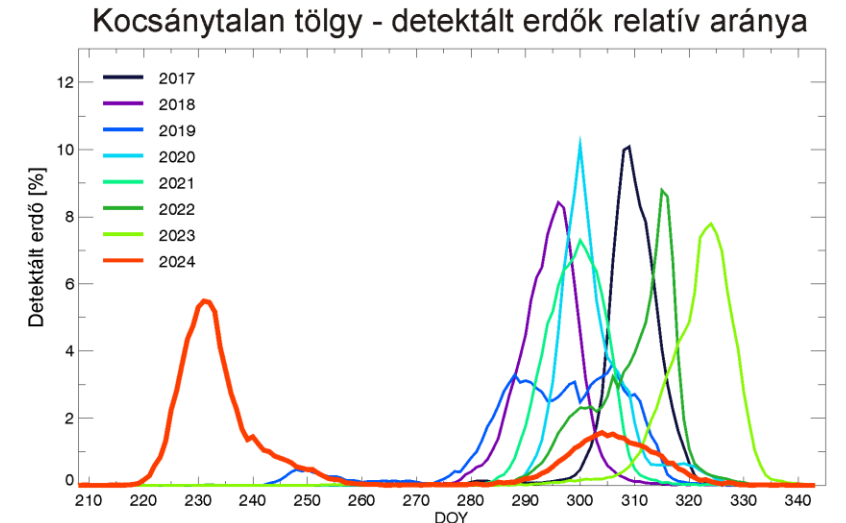
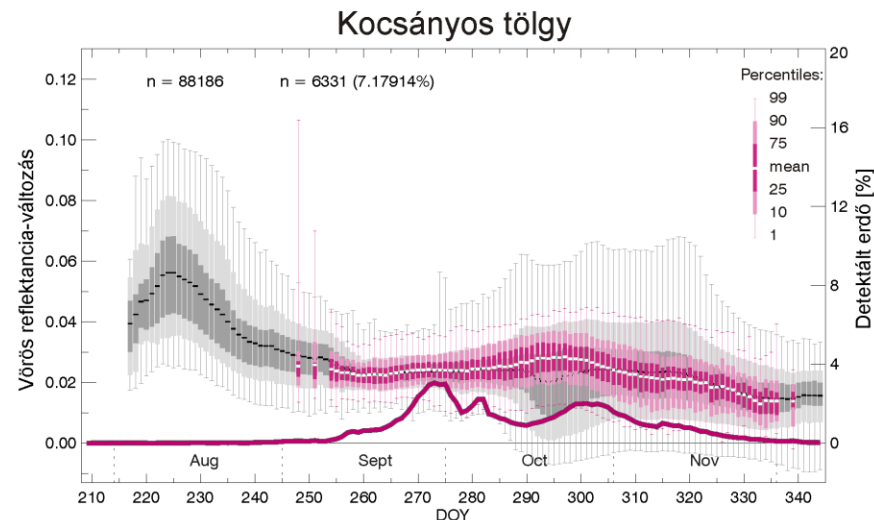
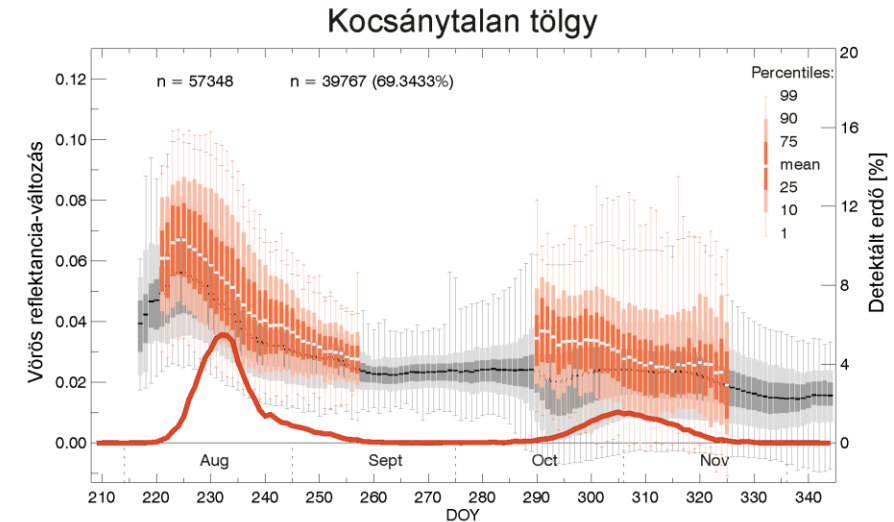
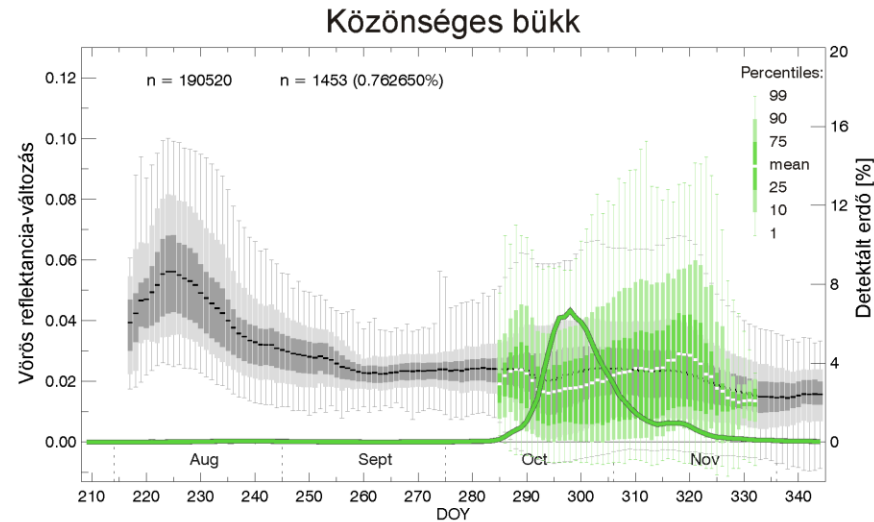
Eredmények

Vörös reflektancia növekedése

HLS alapján
Szlavónia

Maximum:
Augusztus 11

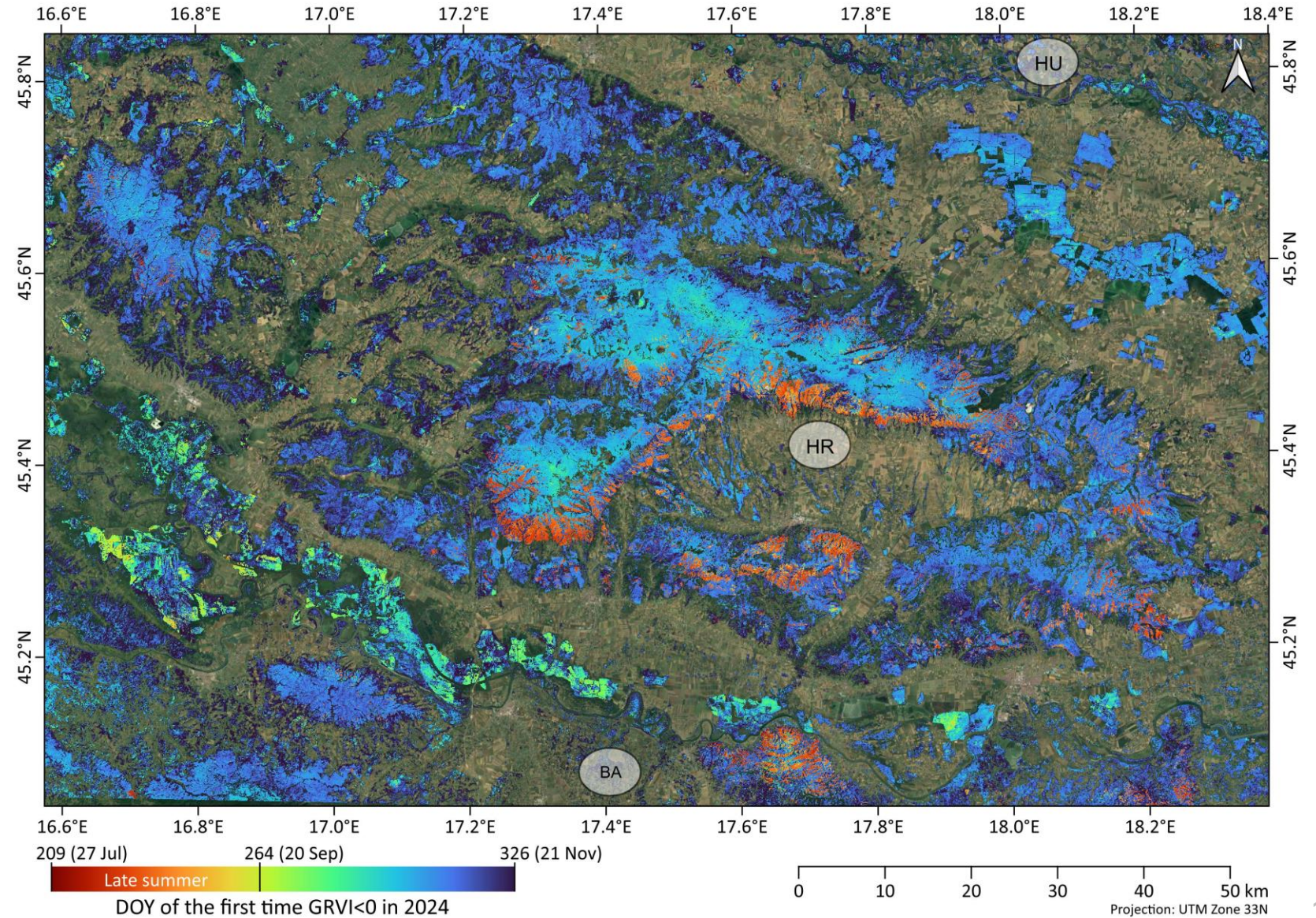
2024



Eredmények

Azonosított erdők

HLS alapján
Szlavónia

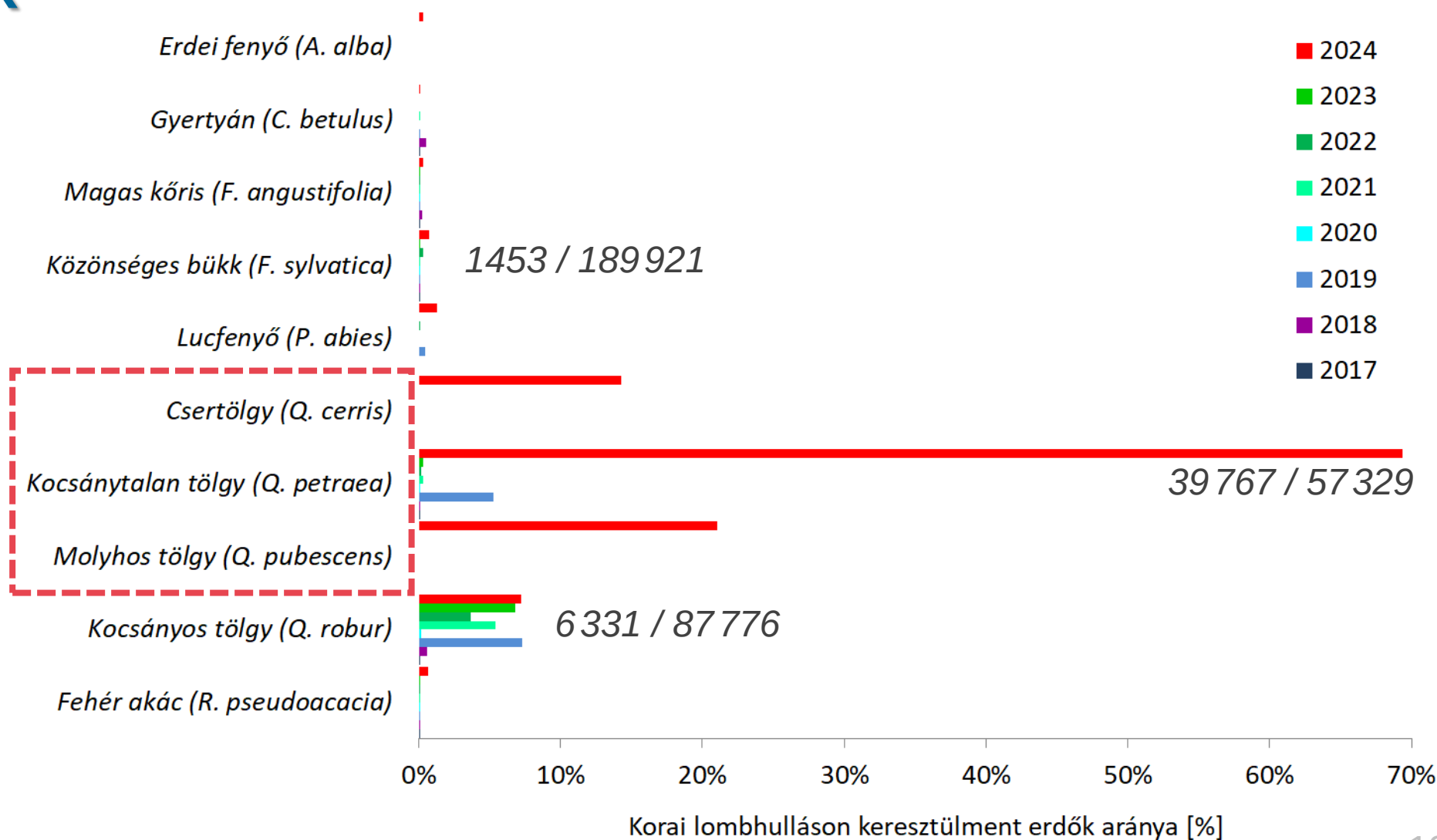


Eredmények

Faj szerinti eloszlás

HLS alapján
Szlavónia

Kocsányos tölgy:
69,37%



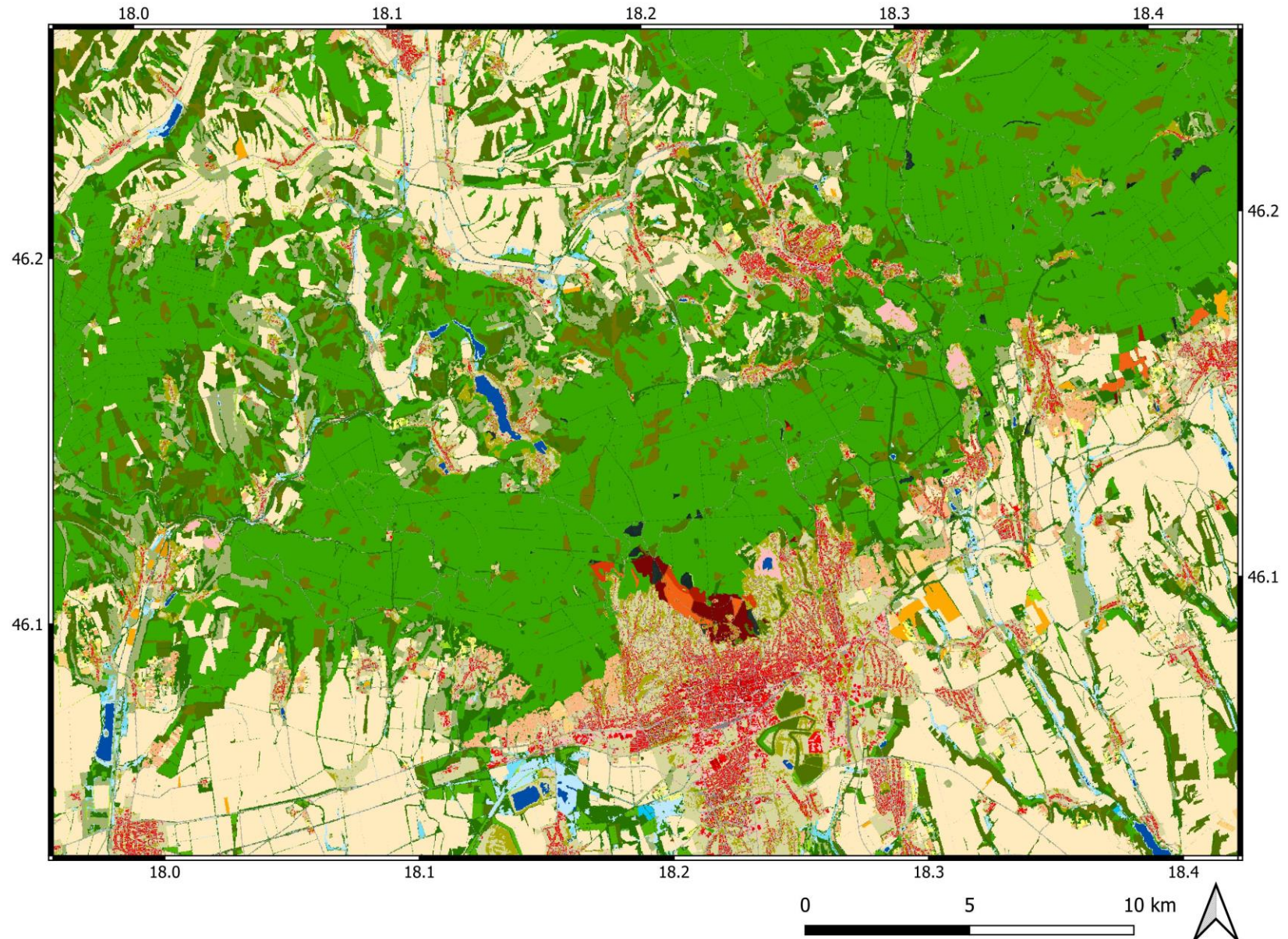
Eredmények

Faj szerinti eloszlás

HLS alapján
Mecsek

NÖSZTÉP alapján:

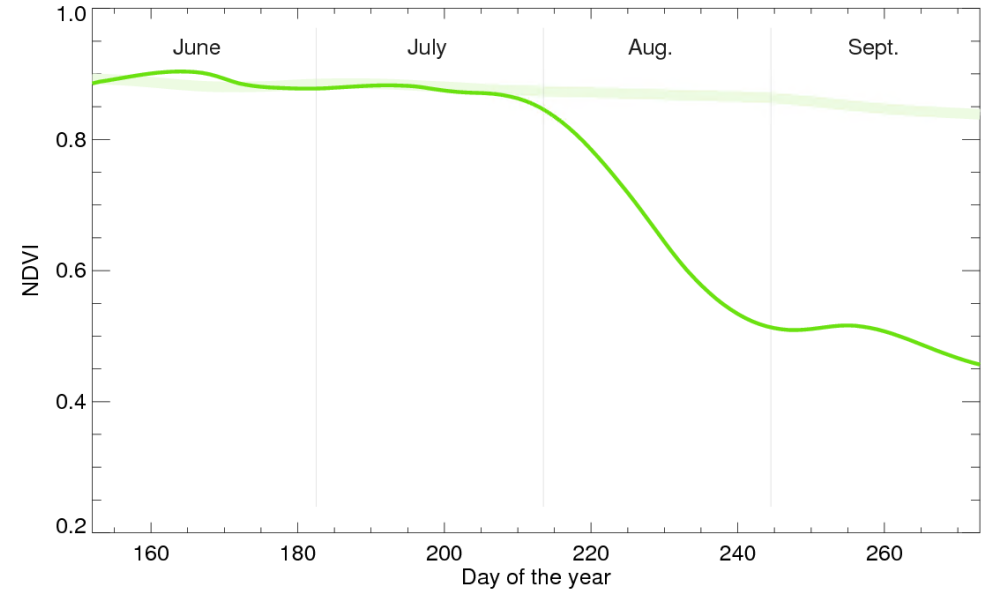
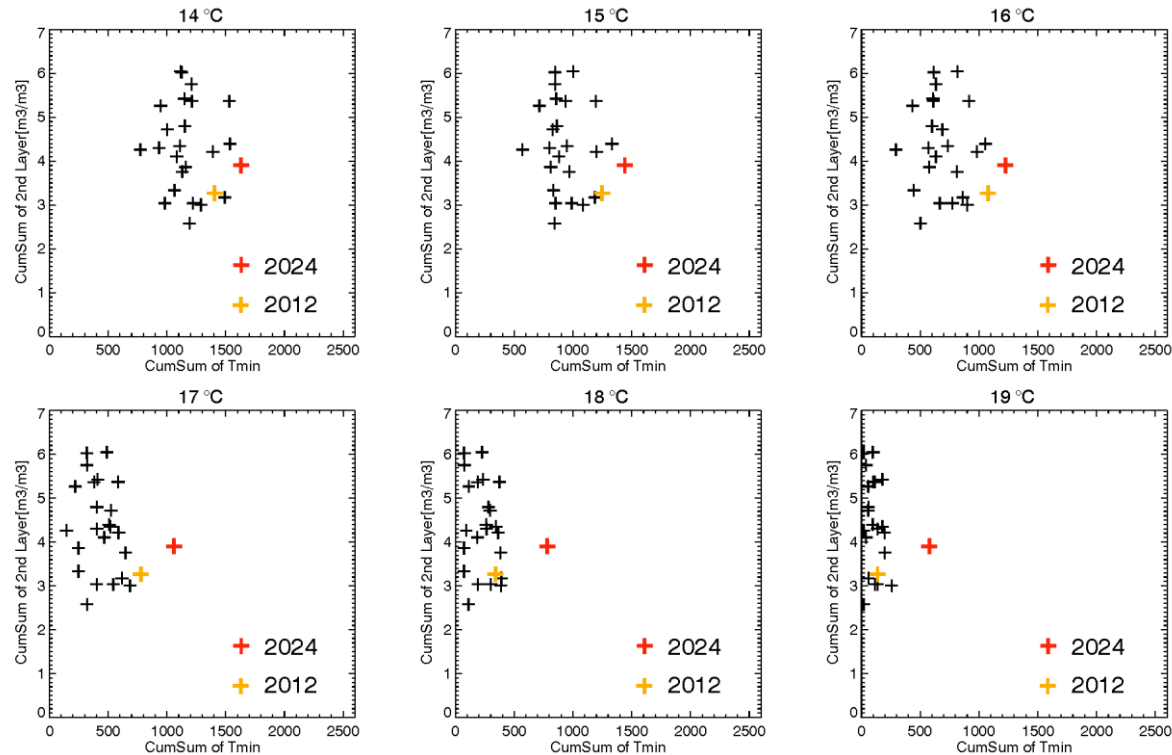
- Molyhos tölgy: 56,6%
- Kocsánytalan tölgy gyertyánnal: 7,4%
- Csertölgy: 5,3%



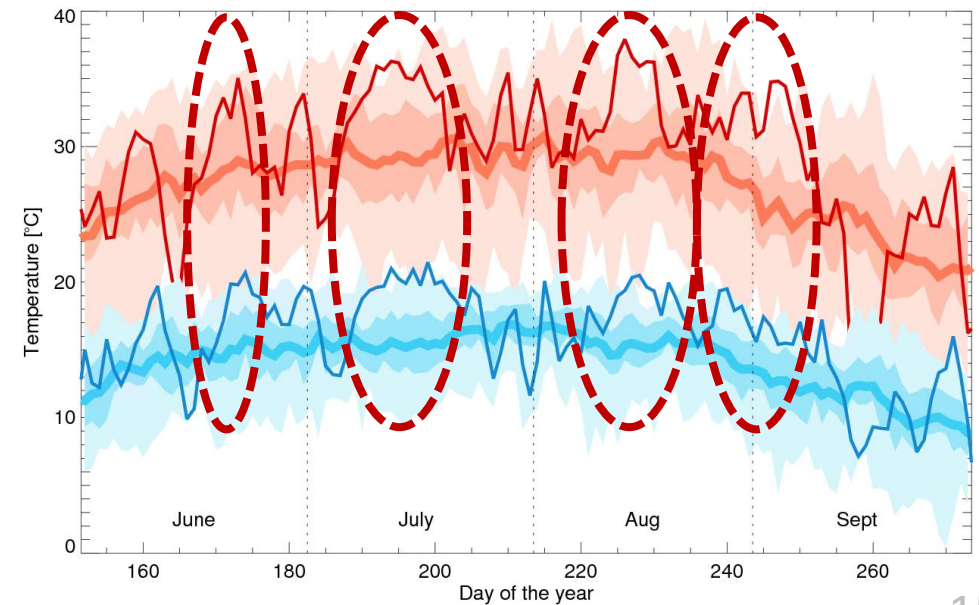
Eredmények

„Hajtó” tényezők

T_{min} összeg - változó $T_{küszöb}$



T_{min}
és
 T_{max}



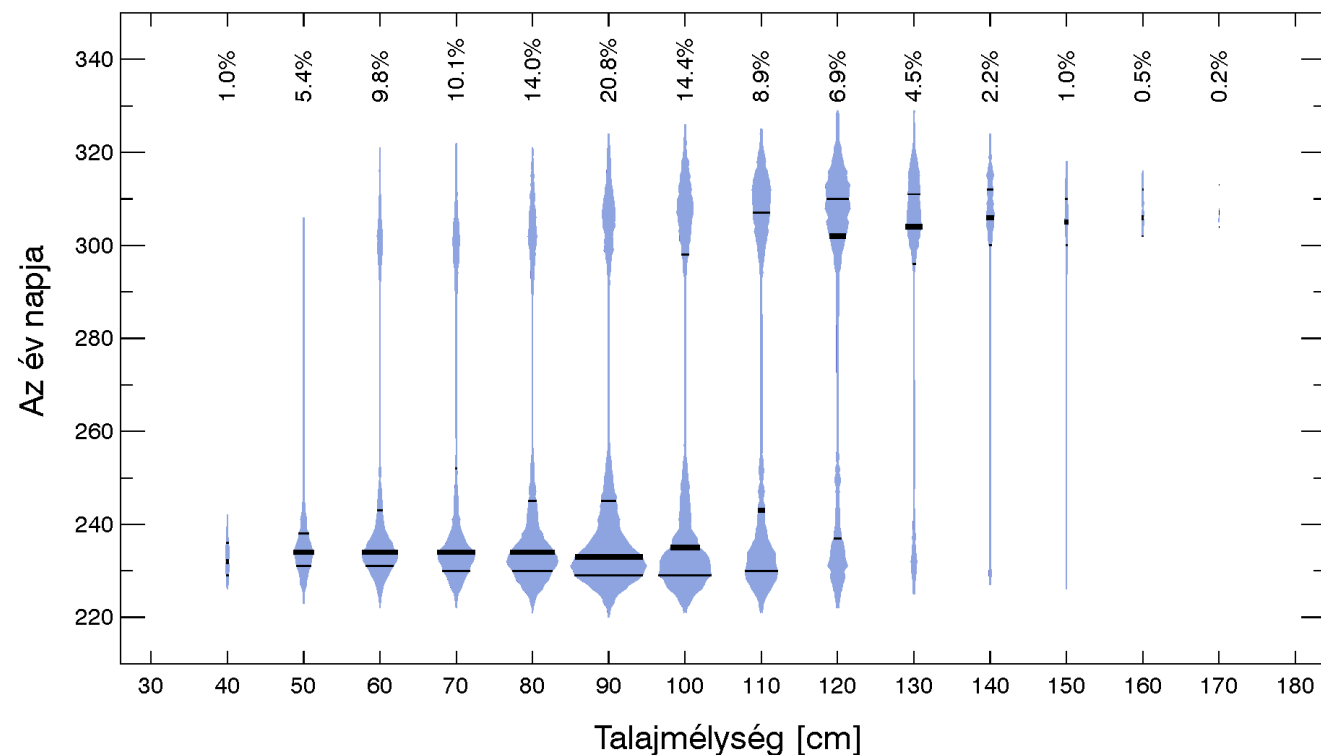
Eredmények

„Hajtó” tényezők

HLS alapján
Szlavónia

Talajmélység

GRVI < 0 első napja - Kocsánytalan tölgyesek - 2024



Eredmények

Az azonosított erdők területe

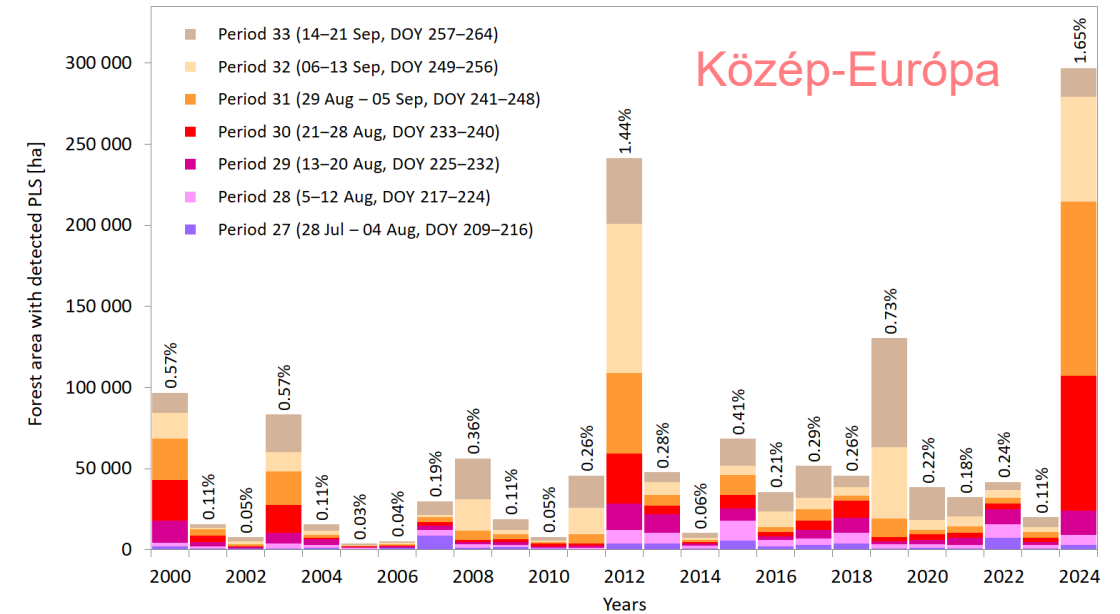
MODIS alapján
25 év
Közép-Európa

Vizsgált: ~18 millió ha

Korai lombhullás: ~297e ha $\approx$ 1,65%

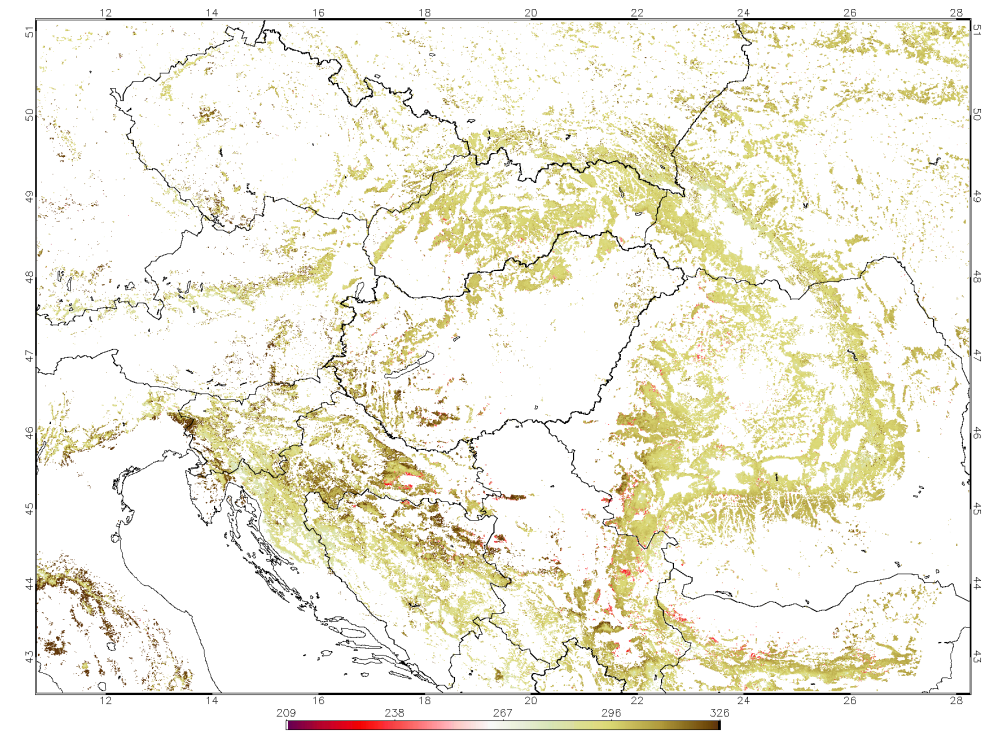
Ennek 67% először!

MODIS, 500 méter



Első nap:
GRVI < 0

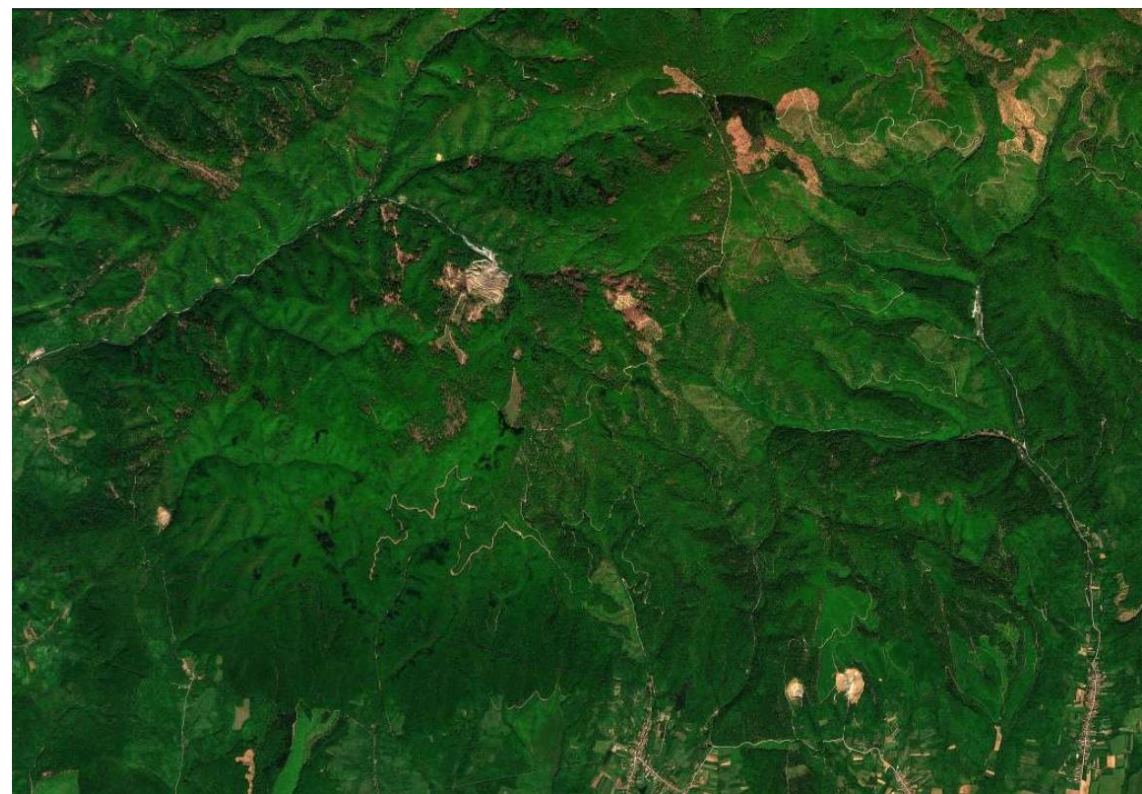
MODIS,
500 méter



Összefoglalás

Korai lombhullás tölgyesekben:

- Nem köthető jól definiálható kritikus küszöbhez
- Összetett, többváltozós, kumulatív hatások
- Stressz-indukált **védekezési mechanizmus**
- Ismert jelenség, **2024-ben rekordméretet öltve**
- Különböző fajok eltérően viselkednek
- **Nem összekeverendő más, biotikus hatásokkal!**
- Nem elhalás történt!  2025



2025.04.29., Psunj, © Planet

Benyújtás előtt álló kézirat: *Record premature leaf senescence in oak forests driven by the compound hot-dry event in 2024.*

Köszönöm a figyelmet!

Közreműködő kolléga: Hrvoje Marjanović, Croatian Forest Research Institute

Támogatók:

- NKFIH, OTKA FK-146600
- NKFIH, TKP2021-NVA-29
- Éghajlatváltozás Multidiszciplináris Nemzeti Laboratórium (RRF-2.3.1-21-2022-00014)

MTA

