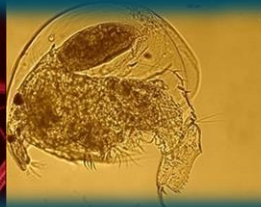
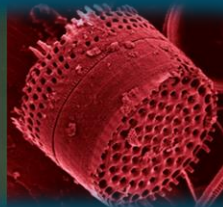
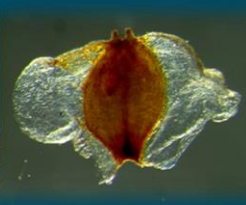
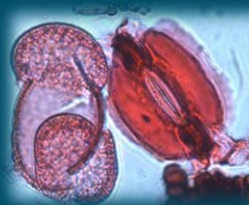




A MAGYAR  
TUDOMÁNY  
ÜNNEPE



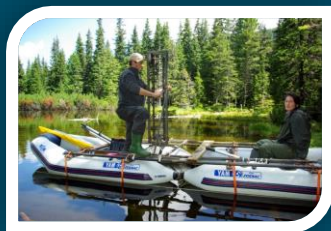
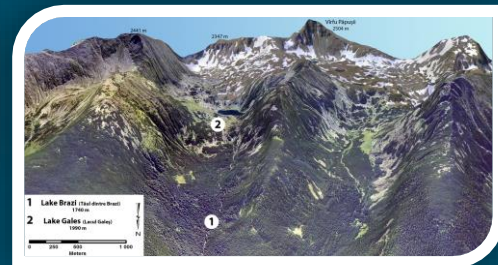
# Későglaciális és kora-holocén gyors klímaváltozási események mechanizmusának proxy és modell alapú értelmezése a Kárpát-medencében: a 12900 és 8200 éves lehűlések

DR. MAGYARI ENIKŐ KATALIN

ELTE KÖRNYEZET- ÉS TÁJFÖLDRAJZI TANSZÉK

HUN-REN-ELTE-MTM PALEONTOLÓGIAI KUTATÓCSOPORT

MTA  
PALEO



MTA  
MAGYAR  
TUDOMÁNYOS  
AKADÉMIA

# A GLOBÁLIS FELMELEGDÉS lehetséges következménye – Az Észak-Atlanti áramlás (AMOC) leállása



Orihuela-Pinto et al. Nat. Clim Change  
2022: AZ AMOC lassulása már  
folyamatban van

- felgyorsítja a csendes-óceáni passzátszelet és a Walker-keringést azért, hogy többet hőt hagy az Atlanti-óceán trópusi részén
- az indiai és a dél-atlanti szubtrópusi magasnyomású zóna gyengül
- Hadley cirkuláció felerősödik, hurrikánzóna erősödik
- Grönlandi jég olvadása felgyorsul

<https://www.youtube.com/watch?v=j2ETr6X1I0k>

# A fiatal Driász lehülés (~12,8-11,68 kyr cal BP)

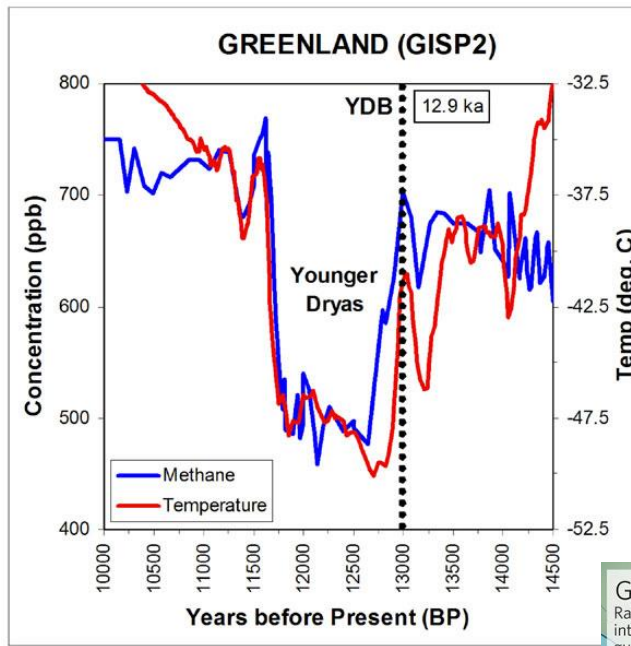
az északi félteke légköri  
cirkulációjának változása

regionálisan száraz  
viszonyokra való áttérés

kontinentálisabb éghajlat

legerősebb lehülés télen

több teresztris szelvény mutat  
nyári lehülést a nagyon magas  
és folyamatosan növekvő nyári  
besugárzás ellenére



A katasztrofális méretű áradás a mai Agassiz-tóból eredt. Az ár a Mackenzie folyón vonult le, és a Jeges-tengerbe ömlött →

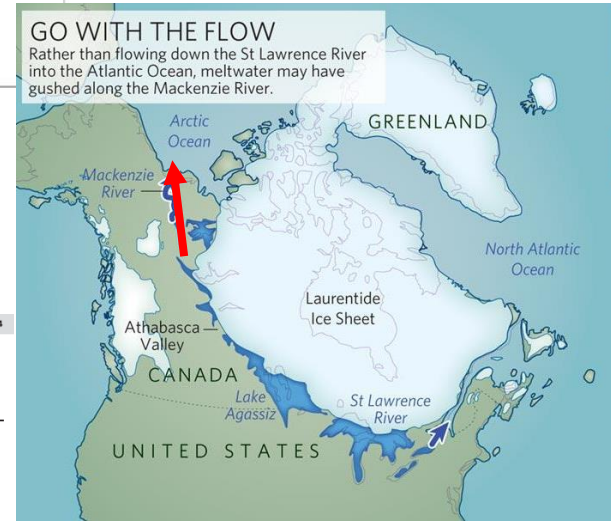
nature | Vol 464 | April 2010 | doi:10.1038/nature08954

## LETTERS

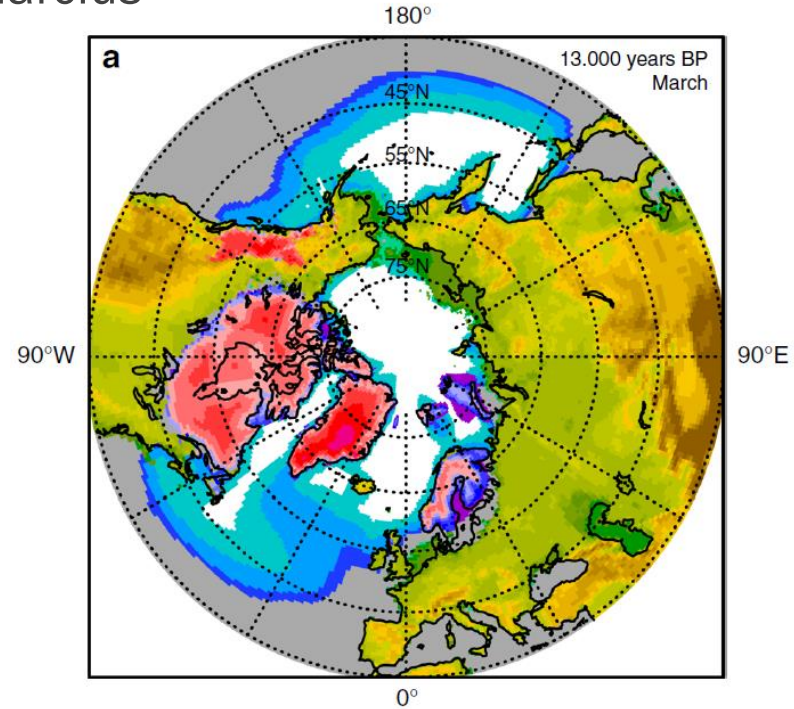
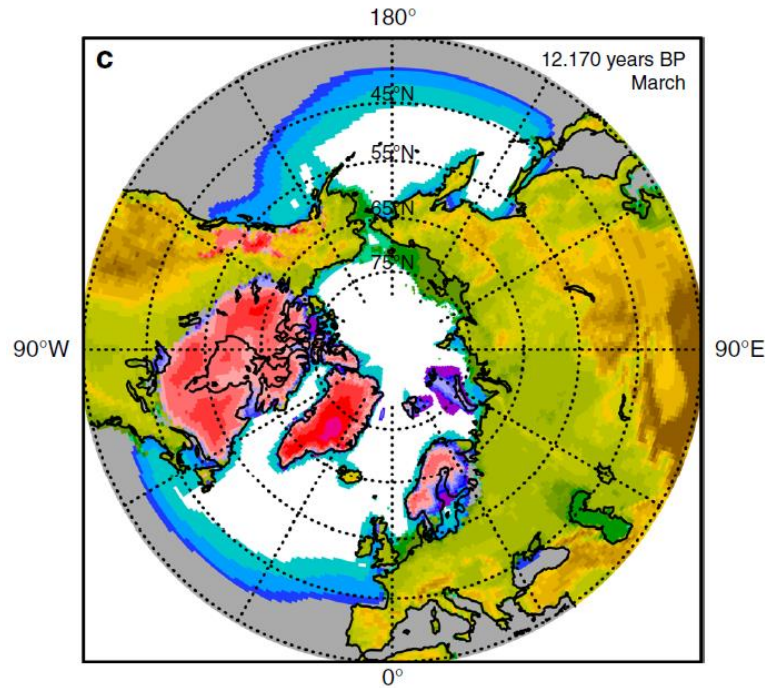
### Identification of Younger Dryas outburst flood path from Lake Agassiz to the Arctic Ocean

Julian B. Murton<sup>1</sup>, Mark D. Bateman<sup>2</sup>, Scott R. Dallimore<sup>3</sup>, James T. Teller<sup>4</sup> & Zhirong Yang<sup>4</sup>

A Fiatal Driász lehülést kiváltó okok  
→ Hirtelen édesvíz beáramlás és a Golf-áramlat kioltódása



# A tengerjég kitejedésének változása a Fiatal Driász lehűlés idején március



Elevation above contemp. sea-level for topography (m)

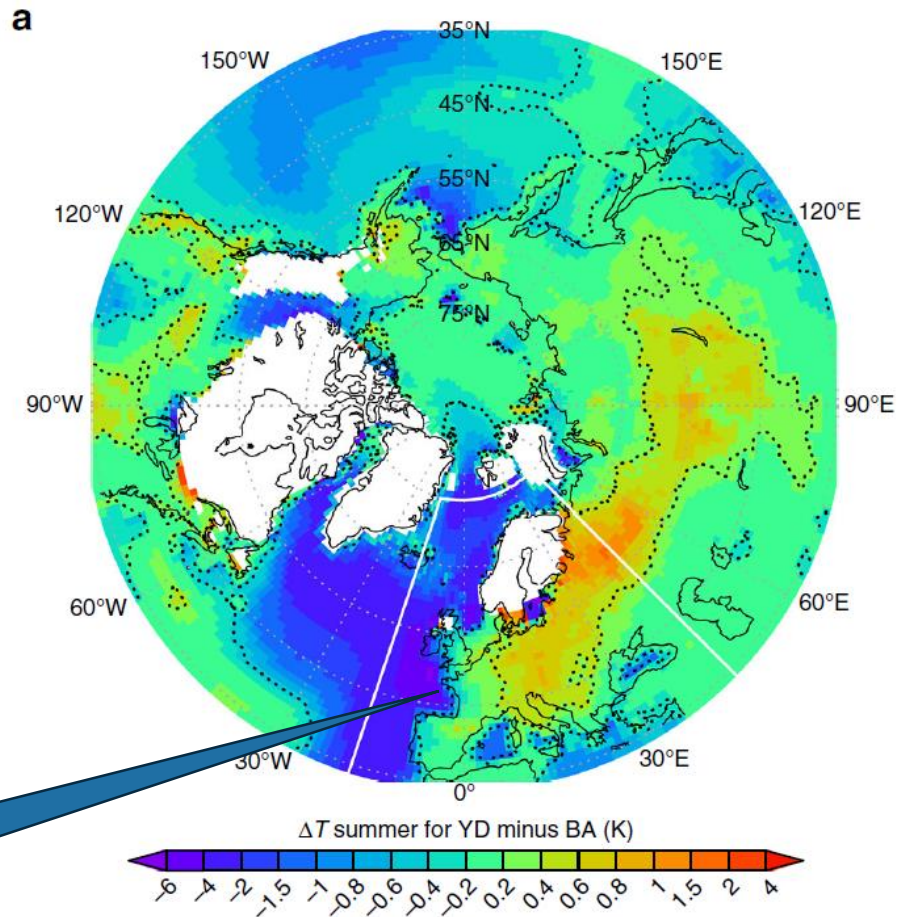


Schenck et al. (2018)

# Community Earth System Model (CESM 1.0.5) eredményei a meleg Bölling/Alleröd periódus vége (13 ezer év) és a Fialal Driász középső hideg állapota közti (12,17 ezer év) júliusi kh- eltérés

*Schenck et al. (2020):  
NINCS nyári kh. csökkenés  
K-Európa melegszik nyáron*

Nyári középhőmérséklet csak az Atlanti-óceán partján csökken

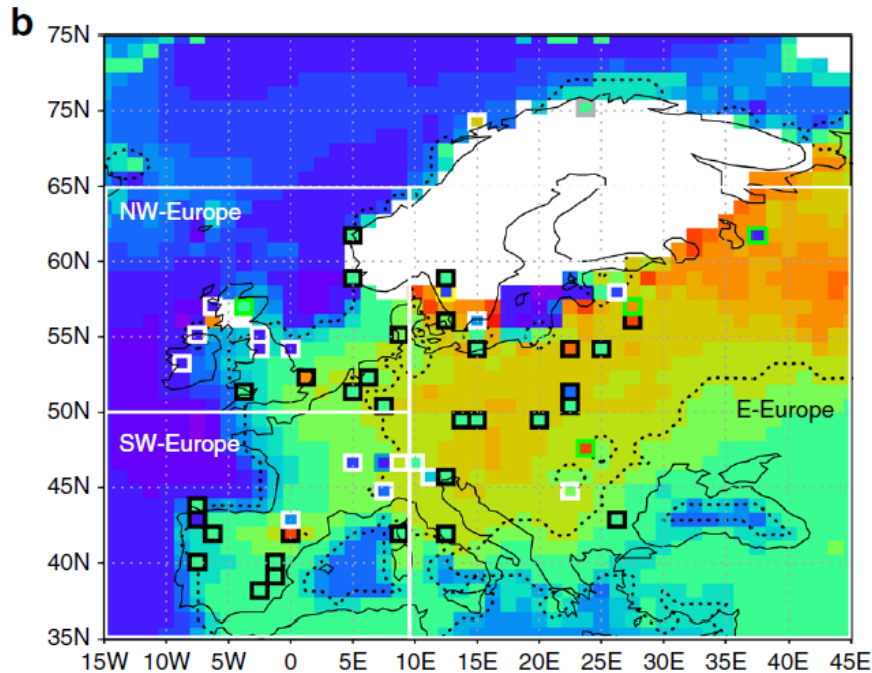
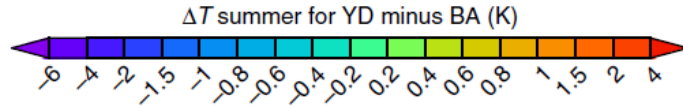
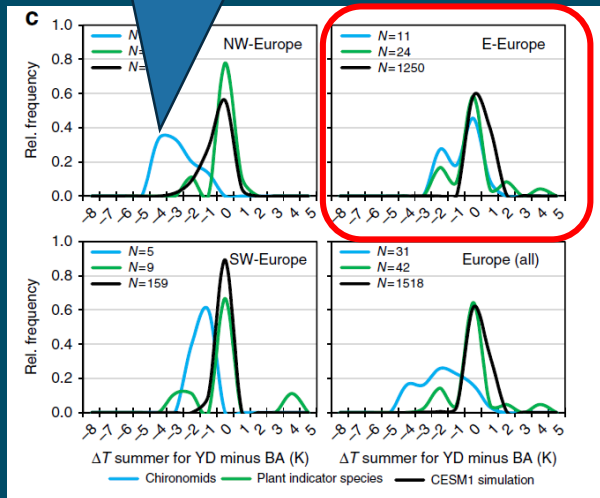


Schenck et al. (2018)

# Modellezett és rekonstruált

a nyári hőmérsékleten kívül más környezeti tényezők is fontos szerepet játszottak az árvésznyog fauna változásában (tenyészedőszak lerövidül)

lehűtődésén

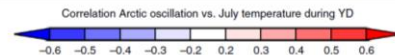
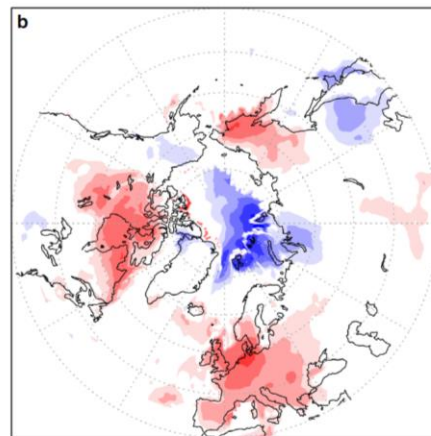
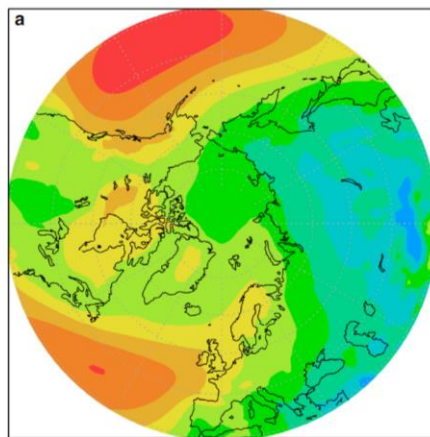
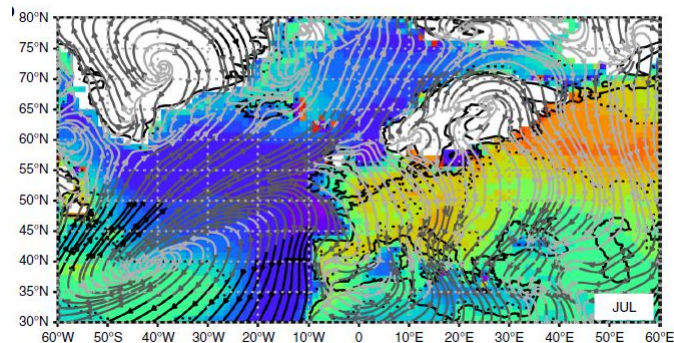


Schenck et al. (2018)

# Nyári légköri blokkolás

Azori-szigetek és a skandináv jégtakaró (FIS) közt nő a nyomáskülönbség (tenger szintjében)

ez légköri blokkoláshoz vezet nyáron, megakadályozva, hogy az Atlanti-óceán északi része felől érkező hűvös nyugati szelek bejussanak Európába

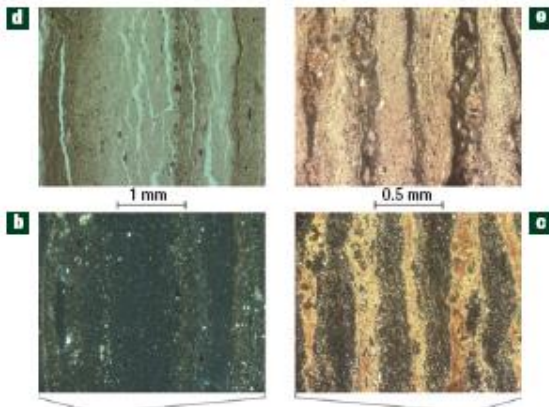


Schenck et al. (2018)

# BIZONYÍTÉK A SZEZONALITÁS ELTOLÓDÁSÁRA ÉS SZÁRAZODÁSRA A FIATAL DRIÁSZ IDEJÉN

An abrupt wind shift in western Europe at the onset of the Younger Dryas cold period

ACHIM BRAUER<sup>1\*</sup>, GERALD H. HAUG<sup>2,3</sup>, PETER DULSKI<sup>1</sup>, DANIEL M. SIGMAN<sup>4</sup> AND JÖRG F. W. NEGENDANK<sup>1</sup> Nature Geoscience 2008



← Szélirány változásra bizonyíték  
Szélesebb laminák, sziderit  
kicsapódás szünetel (**Meerfelder  
Maar, Németo.**)

Fiatal Driász idején szélesebbek a laminák, a tó eutróf, sziderit kiválás szünetel  
**Feltételezett okok:** ősztől-tavaszig erősen hullámoz a víz, vízfelkeveredés megszűnteti az anoxiát, erózió nő mind a part felől, mind a keveredés által a mederszéli üledékből. Alacsony a vízszint. A nyári diatóma virágzások viszont megmaradnak ami arra utal, hogy a nyári kh. kevésbé csökken!!

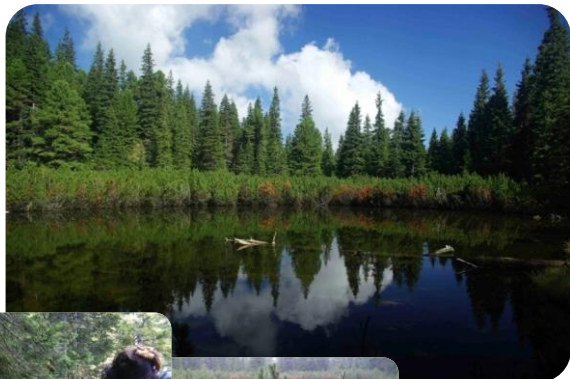


# KÉRDÉSFELVETÉS

- Igazolható-e biotikus és abiotikus proxik alkalmazásával, hogy Európa délkeleti részén a nyári középhőmérséklet a Fiatal Driász idején nem csökkent? Ha igen, ez milyen légköri cirkulációs változást feltételez?
- Igazolható-e, hogy a Fiatal Driász lehűlés ökoszisztéma hatásainak magyarázata elsősorban nem a nyári középhőmérséklet változásaira vezethető vissza?

# VIZGÁLT TAVAK

## Taul Dintre Brazi



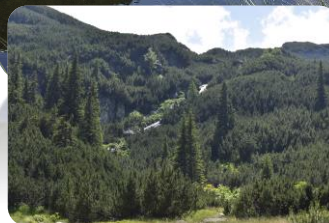
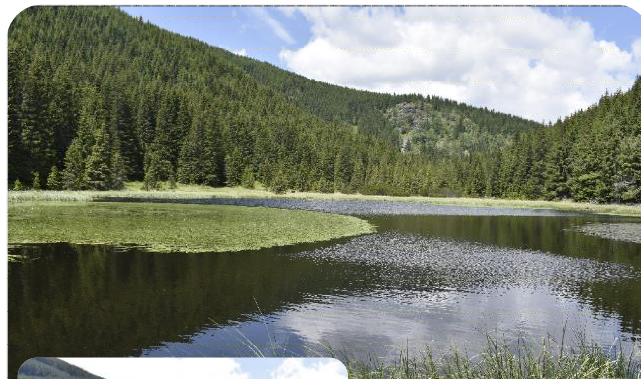
1740 m tszf, 0.5 ha

Vízmélység: 80 cm, pH: 5,7

Növényzet: *Pinus mugo* úszóláp, *Rhododendron myrthillus*, *Sphagnum* sp., *Picea abies*, *Pinus cembra*

Fúrás hossz: 5 m

## Latorica-tó

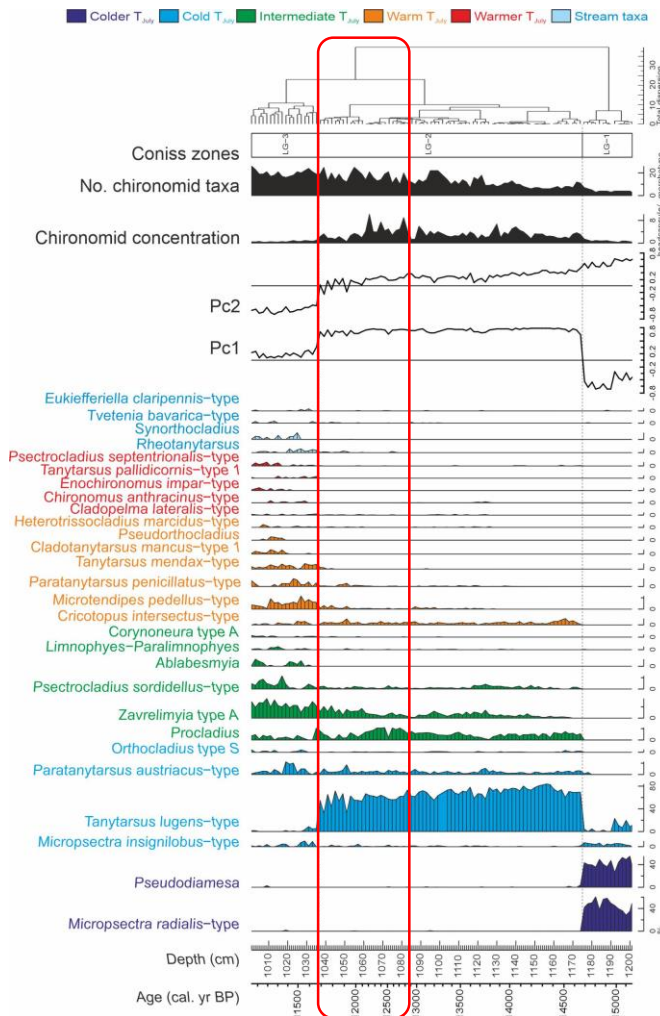


- 1530 m tszf, 1 ha
- Vízmélység: 1 m; pH: 6,7
- Vegetáció: *Picea abies* erdő



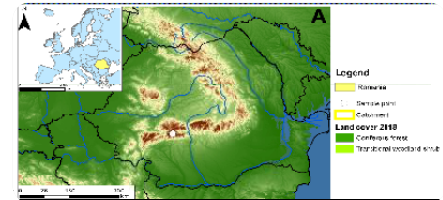
# A Latorica tó (1530 m, Pareing-hg, D-Kárpátok) későglaciális és koraholocén árvaszúnyog fauna változása

Szabó et al. In press



## Fiatal Driász:

- Nincs faunaváltás a Fiatal Driász idején
- Az árvaszúnyog lárvák koncentrációja nő az üledékben
- Az időszak második felében a közepesen meleget kedvelő *Zavrelimnya* terjed, melegkedvelők megjelennek

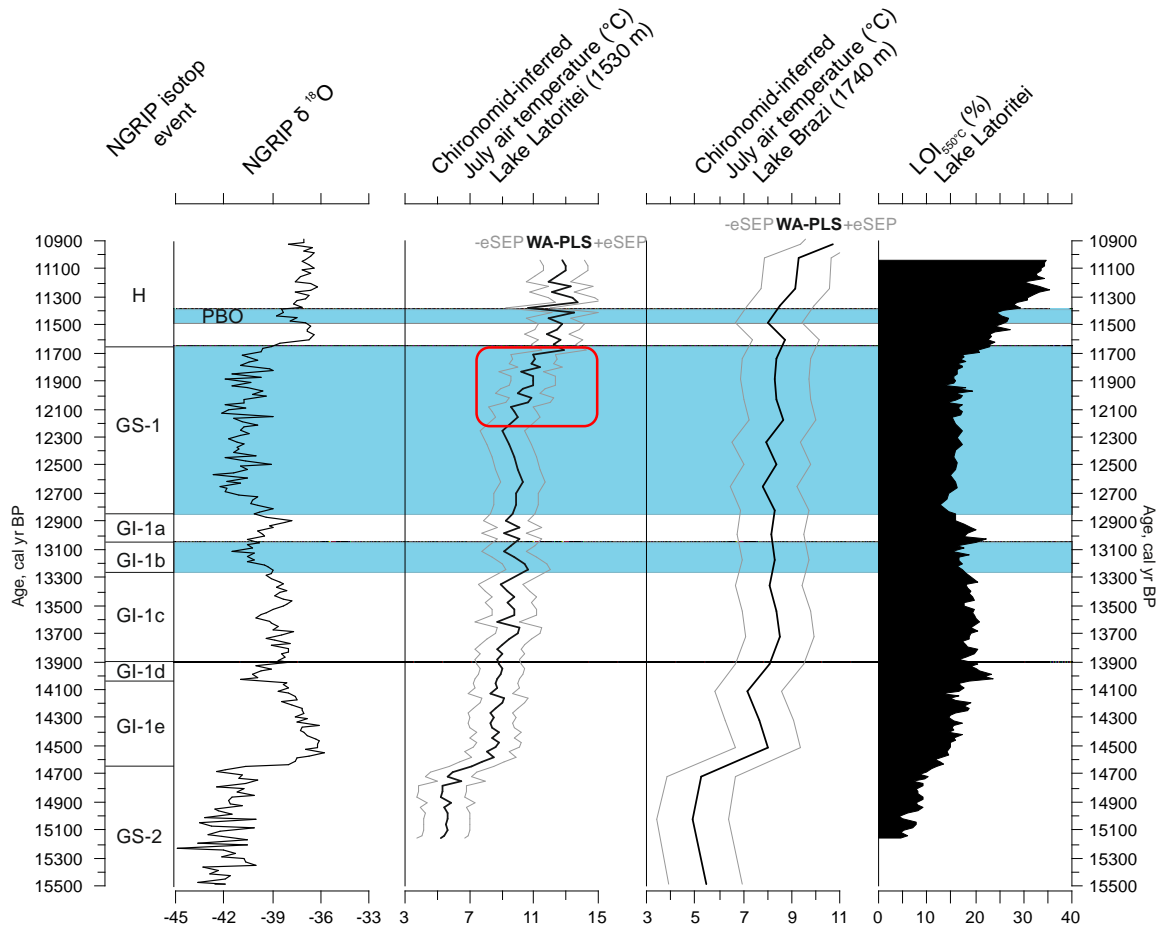


# A Déli-Kárpáti tavak árvaszúnyog faunája alapján készített júliusi középhőmérséklet rekonstrukciók



1740 m

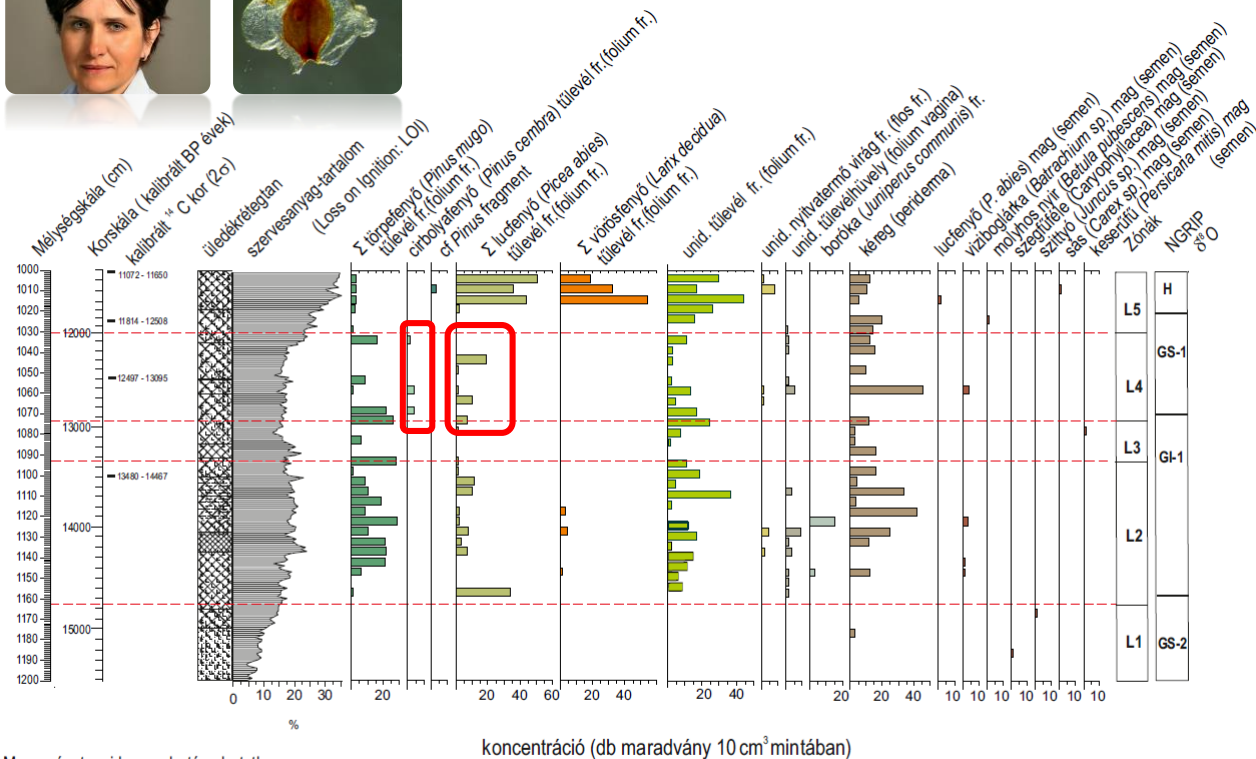
1510 m

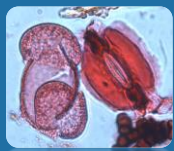


# A Latorica tó 1530 m növényi makrofossziliái



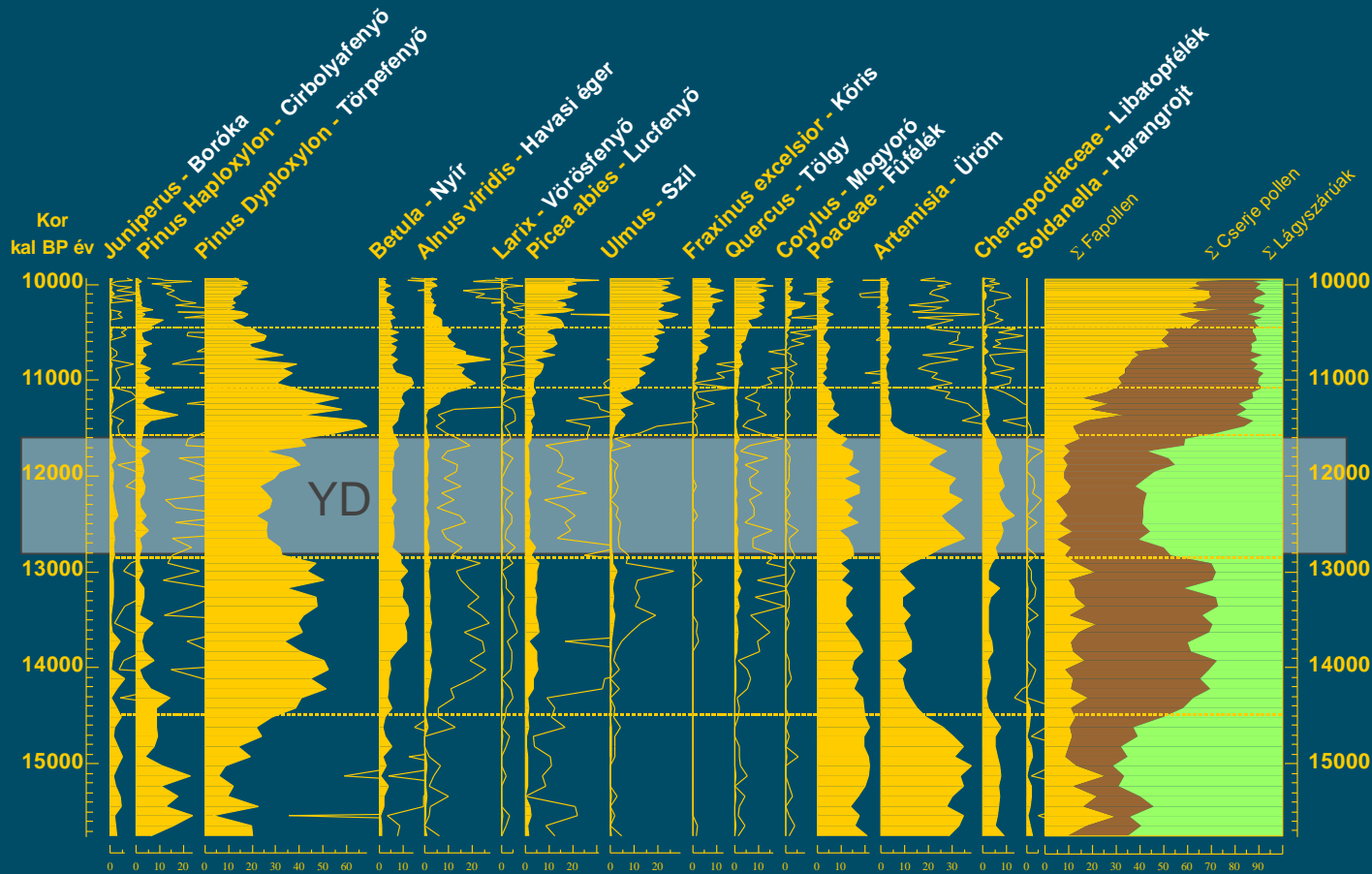
- A cirbolyafenyő a Fialtal Driász időszakban jelenik meg
- A lucfenyő és törpefenyő nem húzódik vissza a tó partjáról a Fialtal Driászban





# A Déli-Kárpáti Brazi-tó későglaciális pollen- diagramja

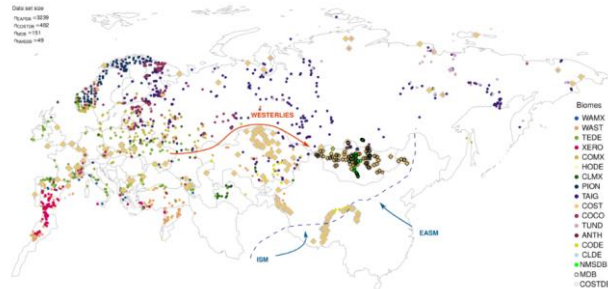
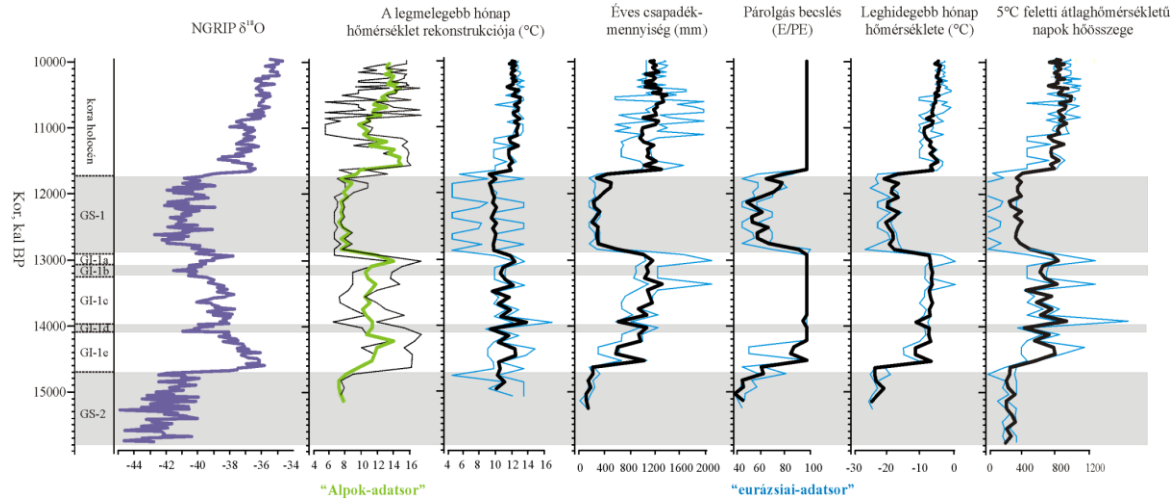
A fiatal driászban  
markáns  
vegetációváltozás  
→ sztyeppesedés  
zajlik





# Pollen alapú hőmérséklet rekonstrukció a Déli-Kárpátok Barzi-tavából (1740 m) a későglaciális időszakra

- A júliusi kh. csökken vagy kis mértékben csökken az alkalmazott kalibrációs adatsor függvényében
- A legjelentősebb a csökkenés az éves csapadékmennyiségben és a téli kh-ben



Training set: the Eurasian surface pollen Database →

Data set size

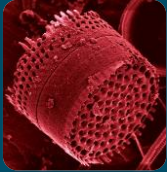
$$n_{EAPDB} = 3239$$

$$n_{COSTDB} = 482$$

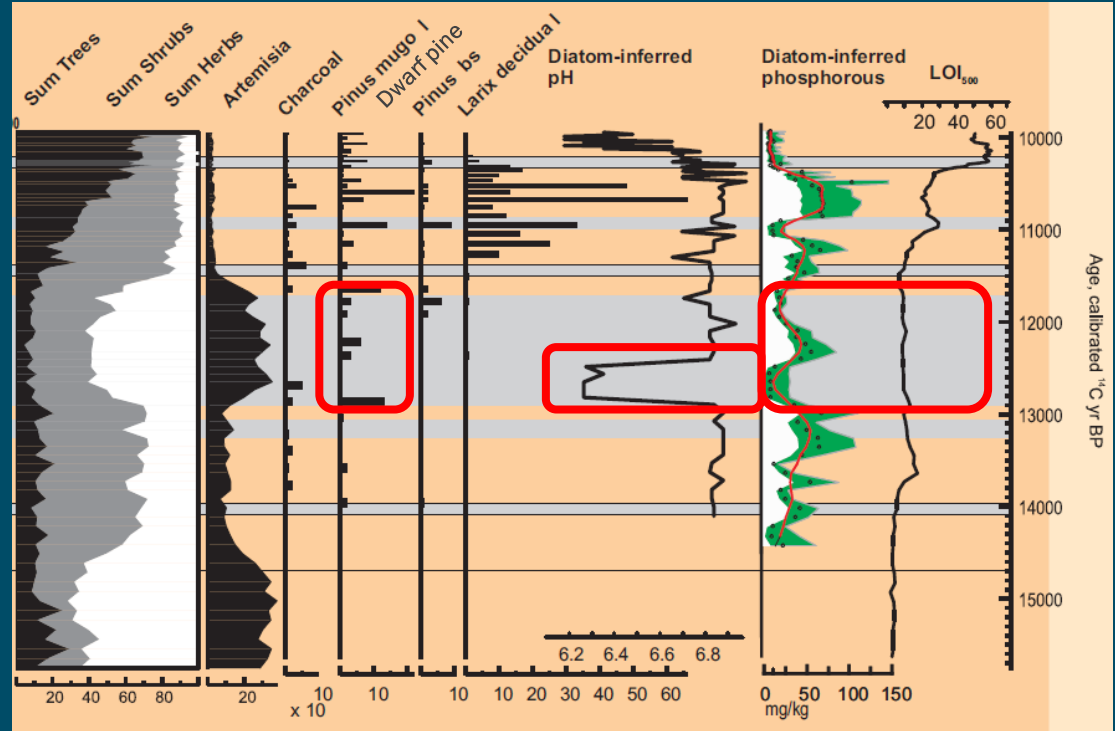
$$n_{MDS} = 151$$

$$n_{NMSDB} = 49$$

# A multi-proxi megközelítés eredményei *Brazi-tó (1740 m) későglaciális*



- A makrofossziliák bizonyítékot szolgáltatnak a tó körüli fás borítás fennmaradására és növekedésére a GS-1 alatt
- A GS1 kezdetén (~12 870-12 470 cal y BP) a kovaalga alapú pH-rekonstrukció gyors pH-csökkenést sugall, amit a téli jégtakaró hosszának növekedéseként értelmeztünk.
- A tó termelékenysége csak kis mértékben csökkent





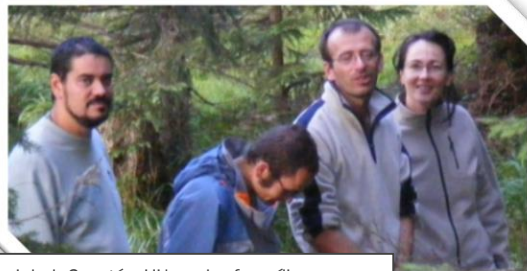


## KÖVETKEZTETÉSEK



- Közép-Kelet Európa kontinentális éghajlata miatt a Fiala Driász lehűlés fokozódó kontinentalitása nem alakítja át a faunát-flórát jelentősen magashegyi környezetekben
- Térségünket a klímaváltozás során az ariditás fokozódása érintette leginkább és az evapotranspiráció növekedése nyáron
- Meleg nyarak, rövid tenyészidőszak, hosszabb téli jégborítás

# Akik az itt bemutatott munkában részt vettek (ELTE KTF Őskörnyezet és Paleoklíma Kutatócsoport)



Jakab Gusztáv, HU, makrofosszília  
Bálint Miklós, DE, paleogenetika  
Braun Mihály, HU, geokémia, fűrészecsnika  
Magyari Enikő, HU, pollen



Daniel veres  
RO  
Geokémia,  
lőszkutatás  
tefrakutatás



Darabos Gabi  
HU  
antrakológia



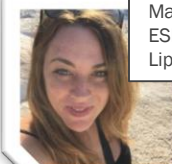
Magyari Enikő HU  
Őskörnyezet és  
paleoklíma  
kutató



Krisztina Buczkó  
HU  
Paleolimnológia,  
kovaalga



János Korponai  
HU  
Paleolimnológia,  
kísrák, R specialista



Maria Ramos  
ESP  
Lipid biomarker



Ili Pál HU  
Pollen  
analízis



Molnár Mihály HU  
Stabil izotópok



Orbán Ildikó  
HU  
Növényi  
makrofosszíliai



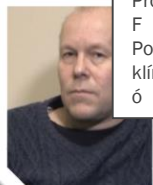
Laboráns



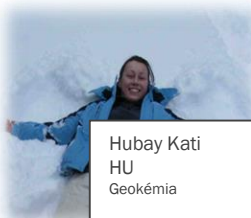
Máté Merkl  
HU  
Archeobotanika  
antrakológia



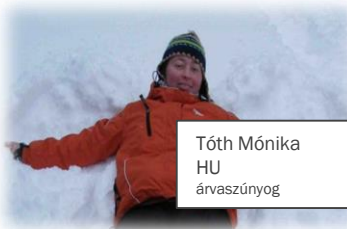
Zoli Szabó HU  
Paleolimnológia  
árvaszűnyeg



Prof Heiki Seppä  
F  
Pollen alapú  
klímarekonstrukci  
ó



Hubay Kati  
HU  
Geokémia



Tóth Mónika  
HU  
árvaszűnyeg



Aritina Haliuc  
RO  
Ősi DNS



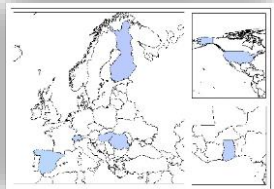
Vincze Ildikó  
HU  
Növényi  
makrofosszília



Eszter Tombor  
HU  
Paleolimnológia  
árvaszűnyeg



Abigail Ofosu  
GH  
Pollen analízis



# KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!

mta.hu



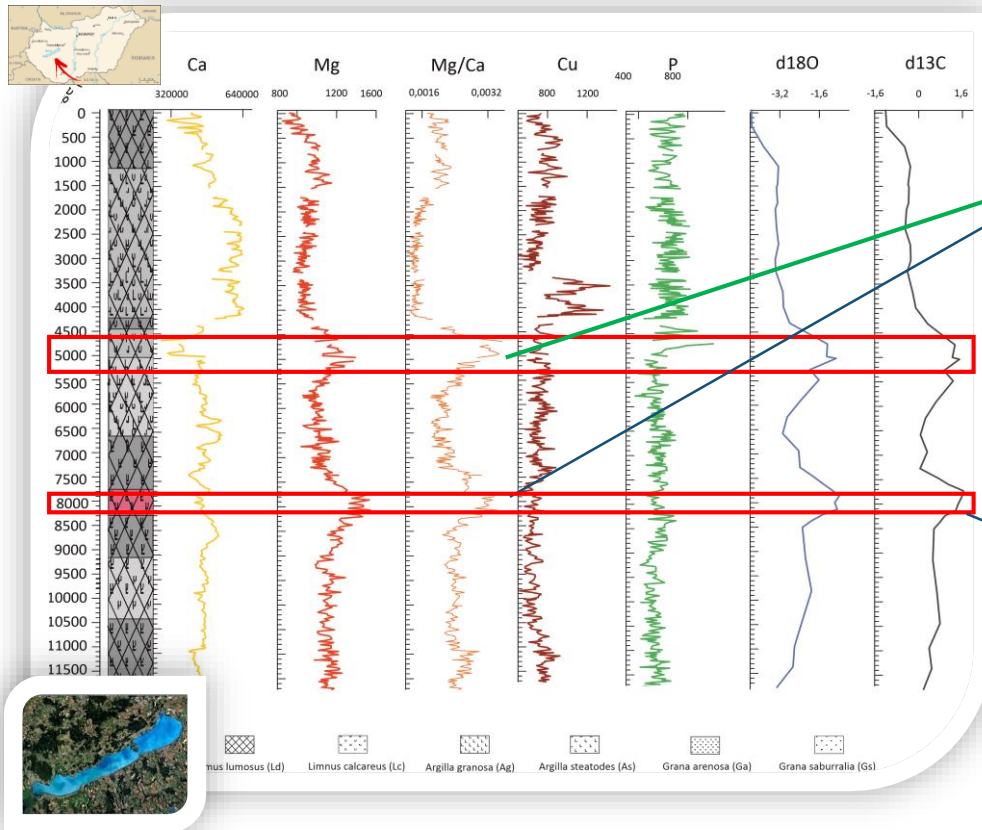
A MAGYAR  
TUDOMÁNY  
ÜNNEPE

**MTA** MAGYAR  
TUDOMÁNYOS  
AKADÉMIA



Ez a kutatás az OTKA NF 101362, PD73234, K 129167, Domino-Climate 144209, NKFIH K129167, Humboldt Fellowship, Climate Change National Laboratory NKFIH projektek anyagi támogatásával valósult meg.

# A Balaton párolgásának mértéke a biogén kalcit Mg tartalomból következtetve

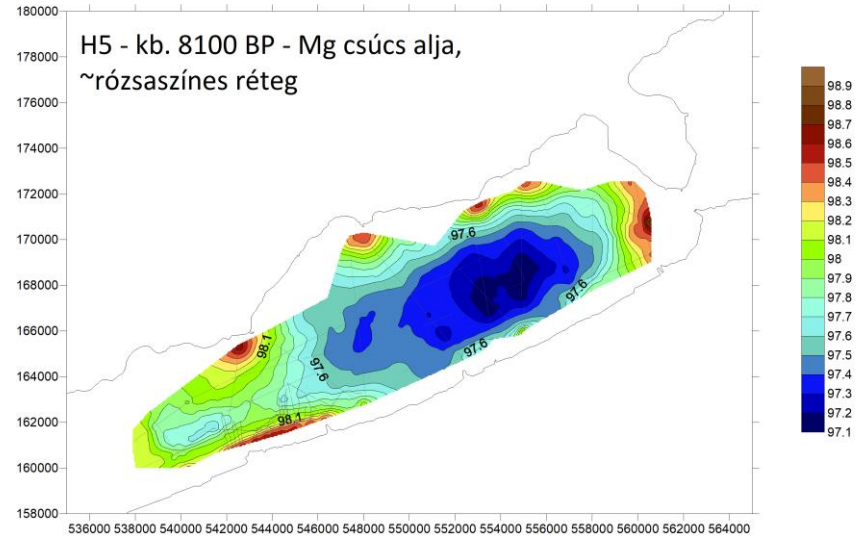


A Mg/Ca arány és a stabil izotóp adatok a nyári párolgás növekedésére utalnak 5,3-4,6 és **8,2-7,9 ka BP** között, a dunántúli nyári aszályos események mellett.

A  $\delta^{18}\text{O}$  és  $\delta^{13}\text{C}$  rekordok a nehezebb izotóp párolgásos feldúsulását igazolják, a növekedés mértéke 1,6 és 1,4.

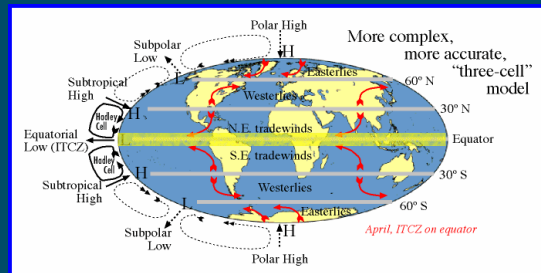
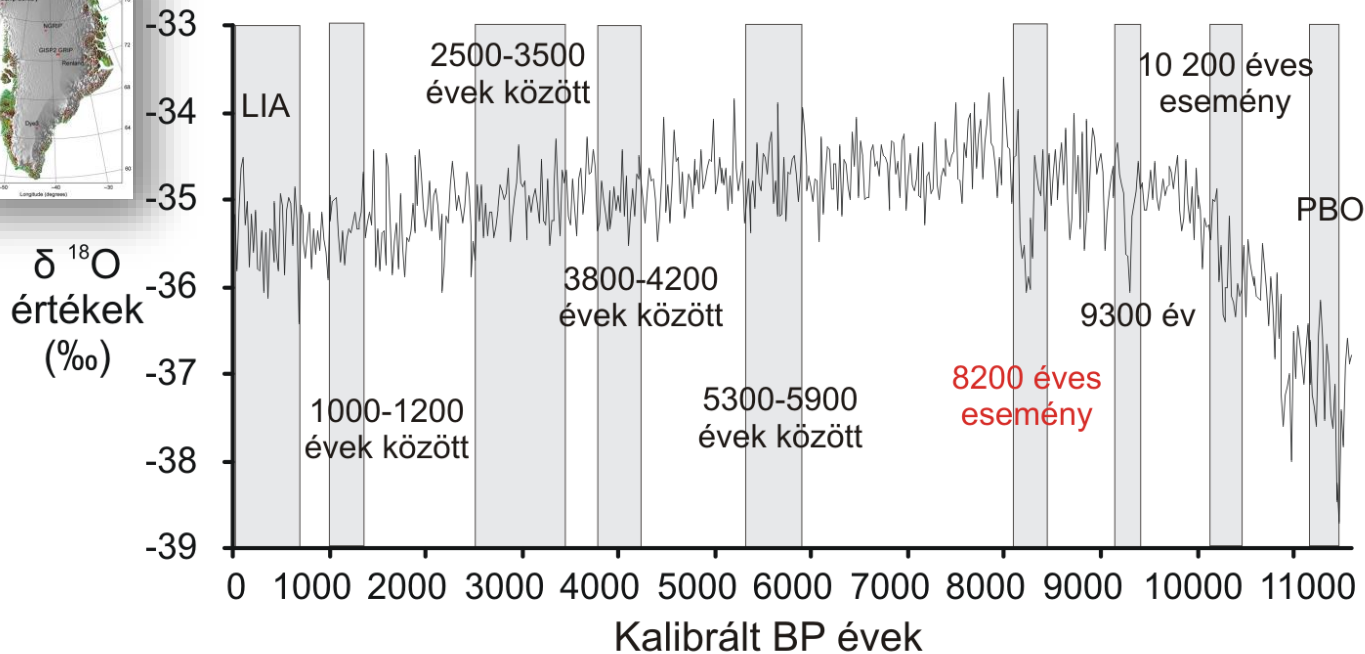
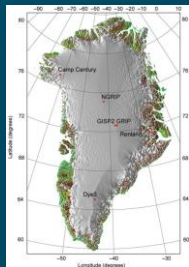
## Következtetések 2

- Kora-holocén RCC során is meleg marad a nyár!
- Ariditás fokozódik, szezonális ismételt eltolódik
- TÉRÉSÉGI TERND : Az AMOC összeomlása szárazságot és hideg, hosszú telet okoz a Kárpát-medencében!



Visnovitz (2023)

# A Holocén időszak 11700 évtől napjainkig ahogyan grönlandi jég megőrökíti

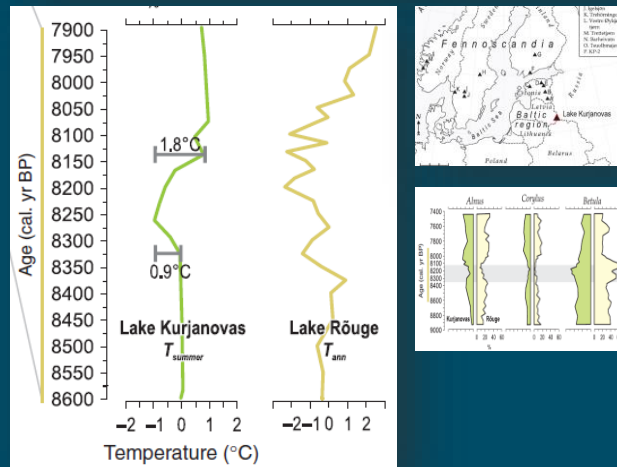
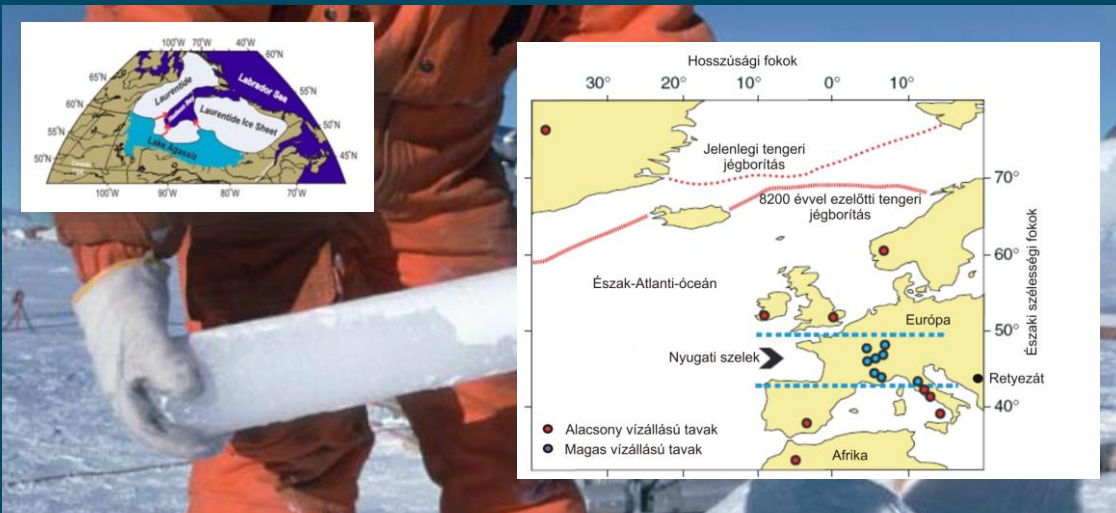
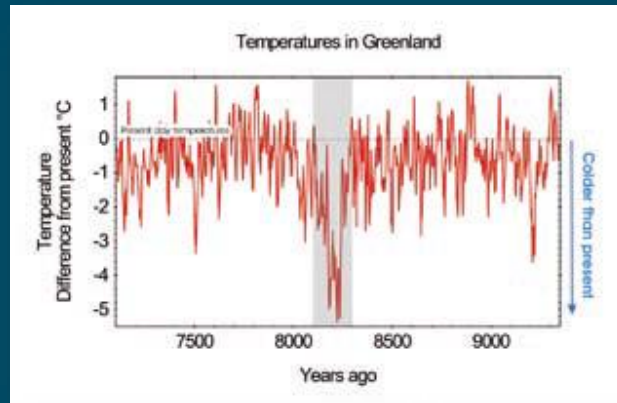


RCC: rapid climate change event, gyors klímaváltozási esemény

# 8200 éves lehűlés – mi okozta?

Nagy mennyiségű édesvíz beáramlása az Atlanti-óceán északi részébe → az északi meleg áramlat lelassult, nem érte el a skandináv partvidéket (rátevődik egy alacsony naptevékenységű időszakra 8600-800 kal BP közt)

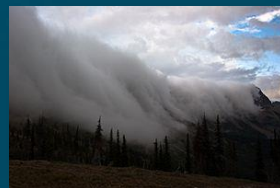
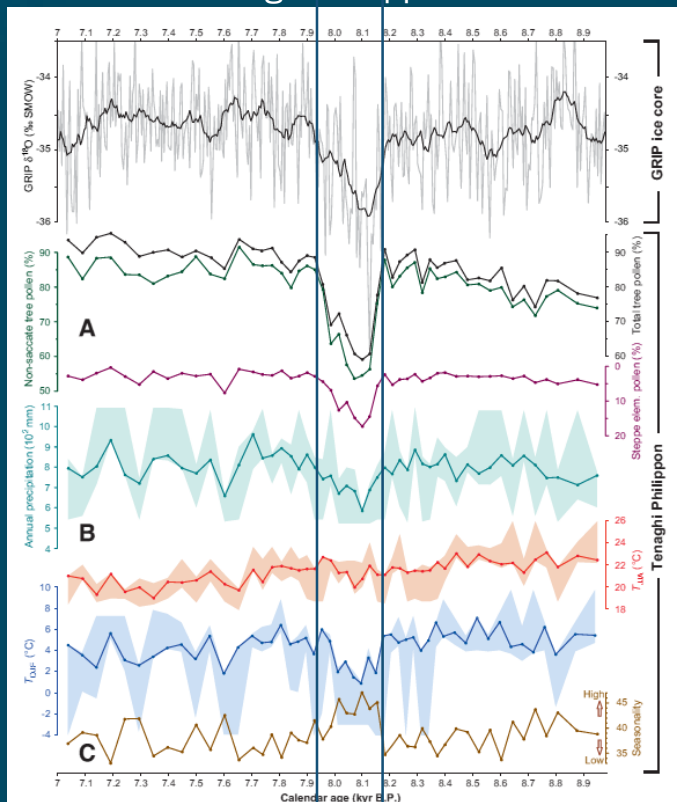
→ száraz és rendkívül hideg éghajlat alakult ki az Atlanti-óceán északi részén; Grönland felett a levegő hőmérséklete néhány évtized alatt 6 °C-kal csökkent. Ez a lehűlési esemény 160 évig tart a grönlandi jégben.



Heikkila & Seppa (2010)  
Magny (2007)

# Hőmérséklet és csapadékmennyiség rekonstrukció ÉK Görögországból ( )

Tenaghi Philippon



Grönlandi  $\delta^{18}\text{O}$  erőteljesen csökken

Erdőborításra utaló össz-fapollen % csökken, lombhullatókat érinti!

Sztyepp indikátor pollen % nő!

Éves csapadékmennyiség (mm) csökken

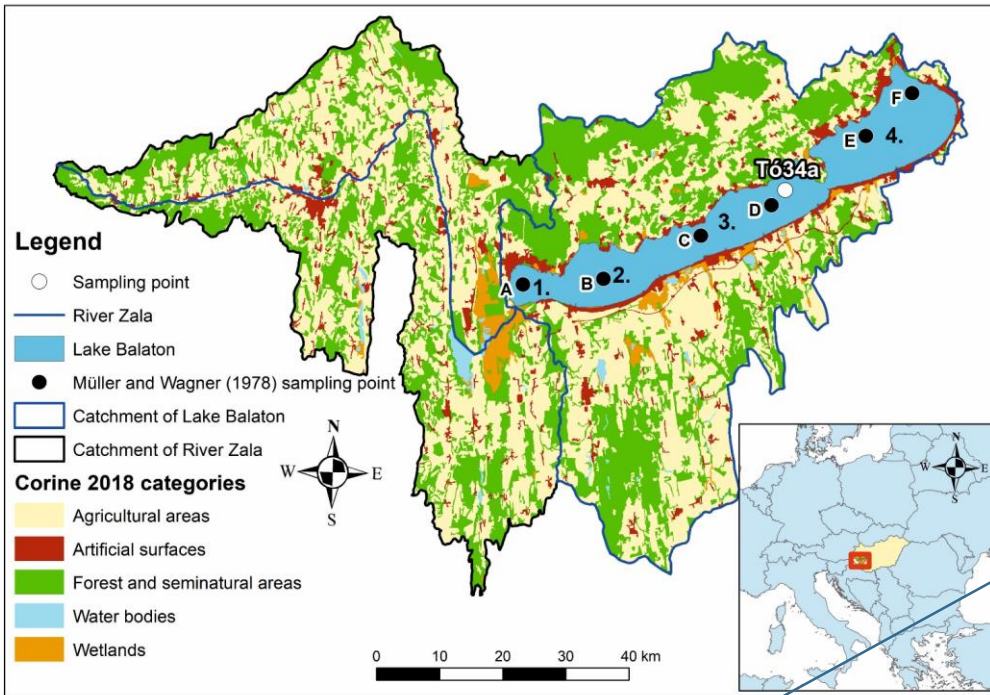
Júliusi középhőmérséklet ( $^{\circ}\text{C}$ ) alig változik

A téli hőmérséklet  $>4^{\circ}\text{C}$ -os csökkenése sokkal erősebb, mint azt a modellszimulációk és Európa északi szélességi köréből származó proxy adatok jelzik

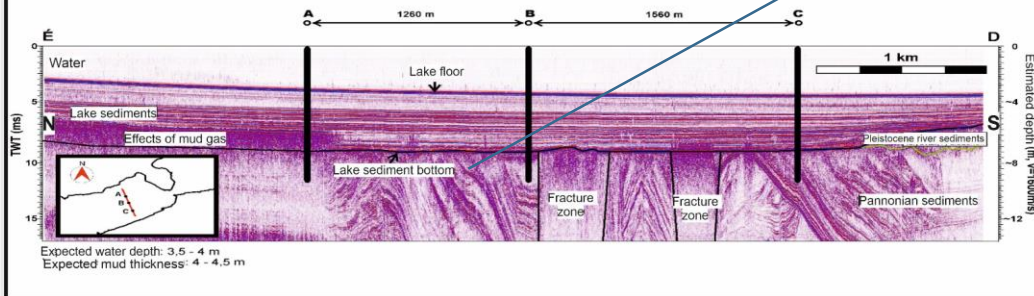
A Szibériai magasnyomású öv erősödése fokozhatta a katabatikus légáramlást a hegyek felől a nagyobb és hosszabb ideig fennmaradó hótakaró miatt.



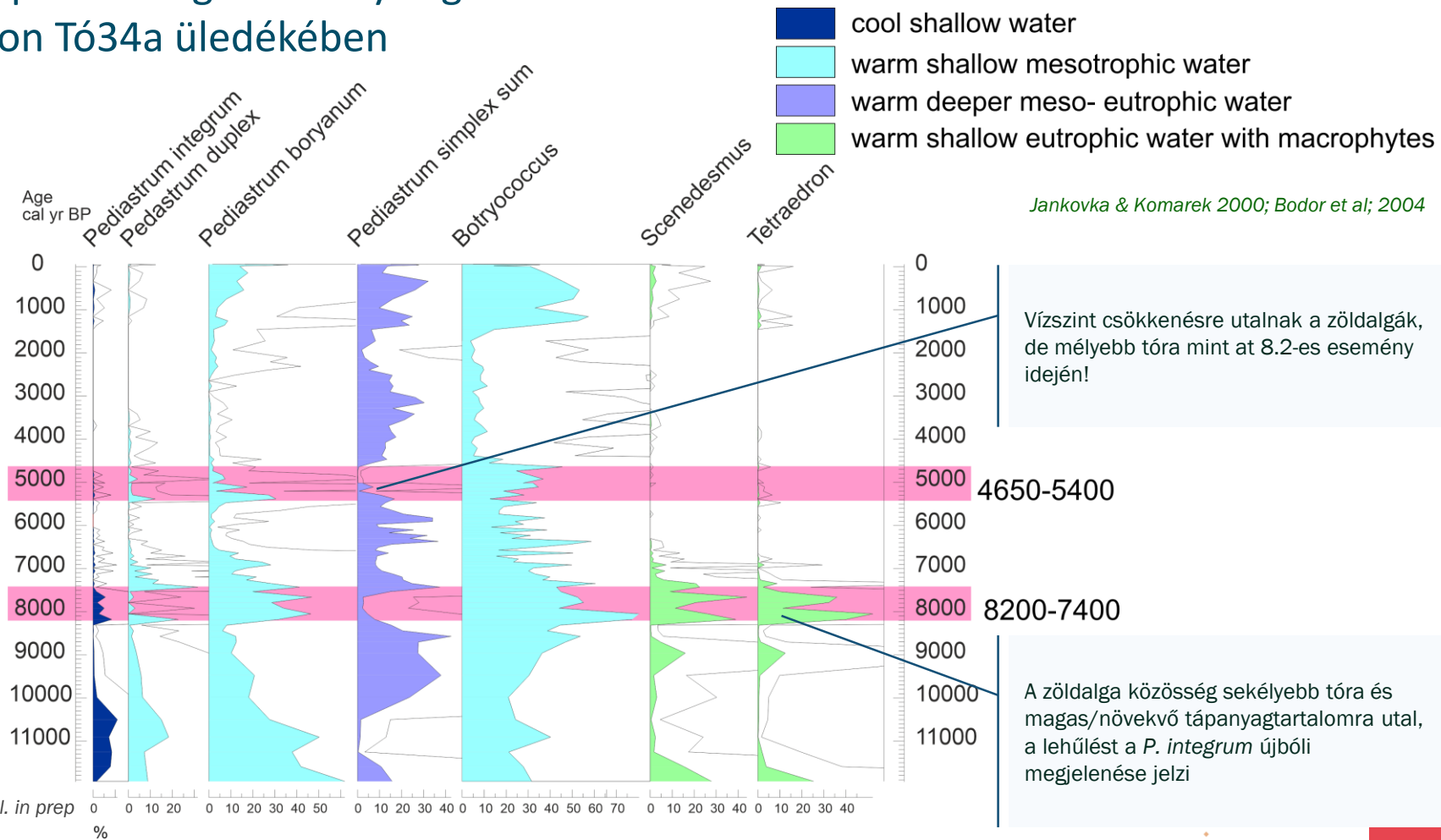
# A 8200 éves klímafluktuáció vizsgálata a Balatonban



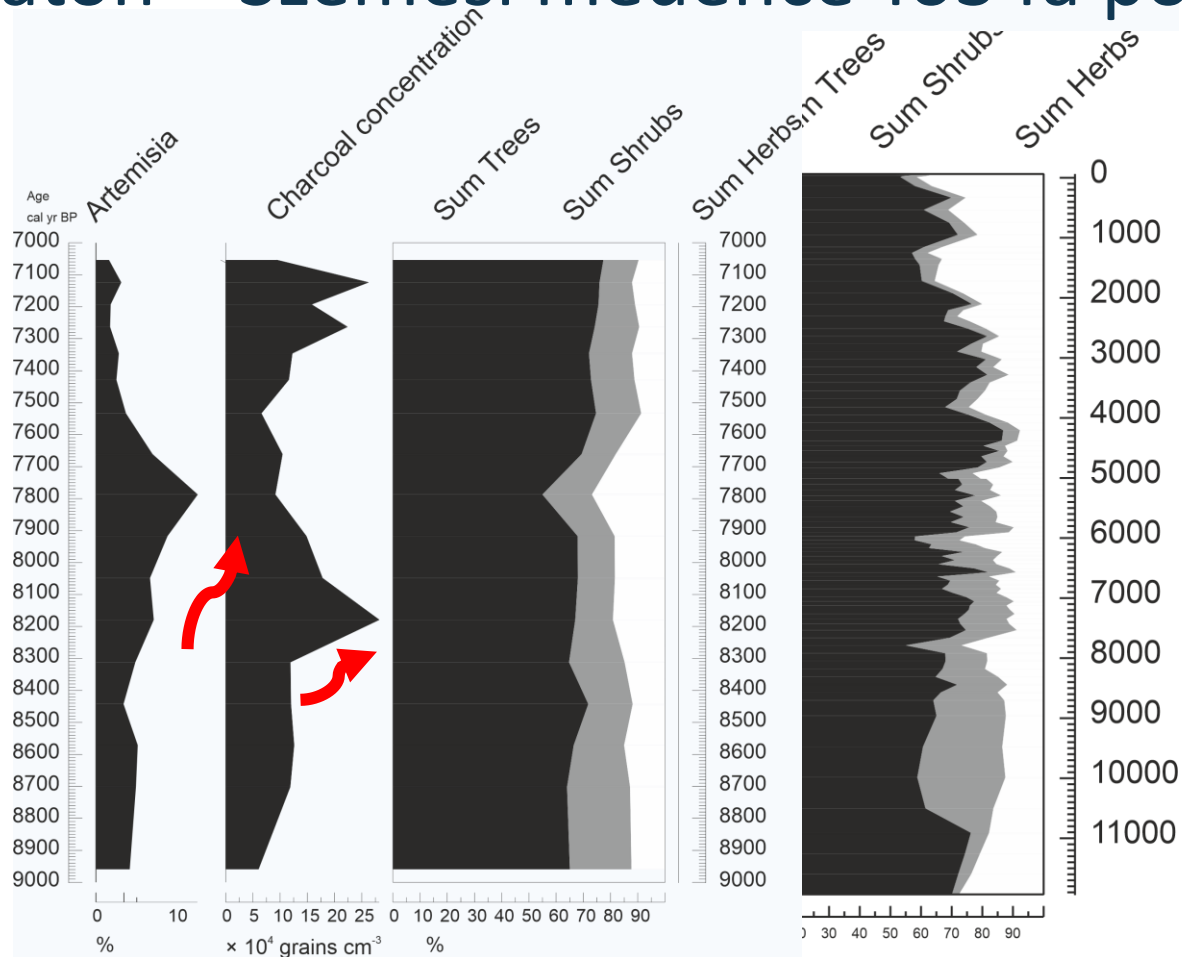
Folyóvízi hordalékos környezetre utaló övzátony szerkezet



# A telepes zöldalgák mennyiségi változása a Balaton Tó34a üledékében



# Balaton – Szemesi medence Tó34a pollen szelvény



Az *Artemisia* (üröm) pollen 8300-7900 évek közti emelkedése a Ca/Mg arány és  $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$  adatokkal összevetve klimatikus?

A szántóföldi gazdálkodásra utaló gabonapollenek első megjelenése 7100 éve → a szántóföldi gazdálkodás és legeltetés elképzelhető felelőse a táj 6200 és 5400 évek közt detektált felnyílásának

A sztyeppjelző *Artemisia* (üröm) pollenszázaléka többször emelkedik (8.3, 6.2, 5.4 cal BP) → az erdő felnyílását jelzi

# Összevetés az NGRIP és regionális tavi izotóp-, pollen- és barlangi rekordokkal a 8200 éves klímafluktuáció idején

Jó egybeesés a Balkán-tavak izotópgörbéivel, ami egységesen fokozott párolgásra utal a térségben

A DNY ázsiai tavak eredményei nem egységesek, eltérő trendeket mutatnak

Görögország ÉK részén a tél hidegebb, és az ariditás nő kicsivel 8200 év után

A Balatontól alig 300 km-re nyugatra fekvő Mondsee-tó ellentétes irányú  $\delta^{18}\text{O}$  változást mutat, amelyet hirtelen lehűlésként értelmeznek (a  $\delta^{18}\text{O}$  görbe a levegő hőmérséklet változásait tükrözi).

