

# A klíma és tájhasználat múltbeli változásai és hatásai a Kárpát-régió ökoszisztémájára



**Magyari Enikő<sup>1,2,3</sup>, Szabó Zoltán<sup>1</sup>, Buczkó Krisztina<sup>4,5</sup>, Heiki Seppä<sup>6</sup>, Maria Ramos<sup>6</sup>, Daniel Veres<sup>7</sup>, Korponai János<sup>7,8</sup>, Pósfai Mihály<sup>9</sup>, Pálfi Ivett<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Eötvös Loránd Tudományegyetem, Környezet-és Tájjöldrajzi Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter stny. 1/C

<sup>2</sup>MTA-MTM-ELTE Paleontológiai Kutatócsoport, 1117 Budapest, Pázmány Péter stny. 1/C

<sup>3</sup>Atommag Kutató Intézet, Izotópklimatológiai Laboratórium (IKER), 4026 Debrecen, Bem tér 18/c.

<sup>4</sup>Ökológiai Kutatóközpont, Vízi Ökológiai Intézet, 1113 Budapest, Karolina út 29.

<sup>5</sup>Magyar Természettudományi Múzeum Növénytár, 1087 Budapest, Könyves Kálmán krt. 40.

<sup>6</sup>Department of Geography and Geosciences, Faculty of Science, University of Helsinki, Helsinki, Finland

<sup>7</sup>Institute of Speleology, Romanian Academy, Clinicilor 5, 400006 Cluj-Napoca, Romania

<sup>8</sup>Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Vízellátási-és Csatornázási Tanszék, 6500 Baja, Bajcsy-Zs. utca 12-14.

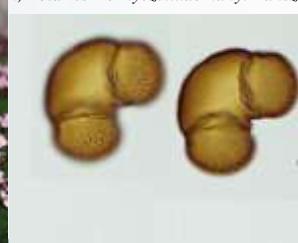
<sup>9</sup>Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Környezettudomány Tanszék, 400193 Cluj-Napoca, Calea Turzii nr. 4., Romania

<sup>10</sup>Pannon Egyetem, Föld- és Környezettudományi Tanszék, H-8200 Veszprém, Egyetem u. 10., Hungary

GINOP-2.3.2-15-2016-00009

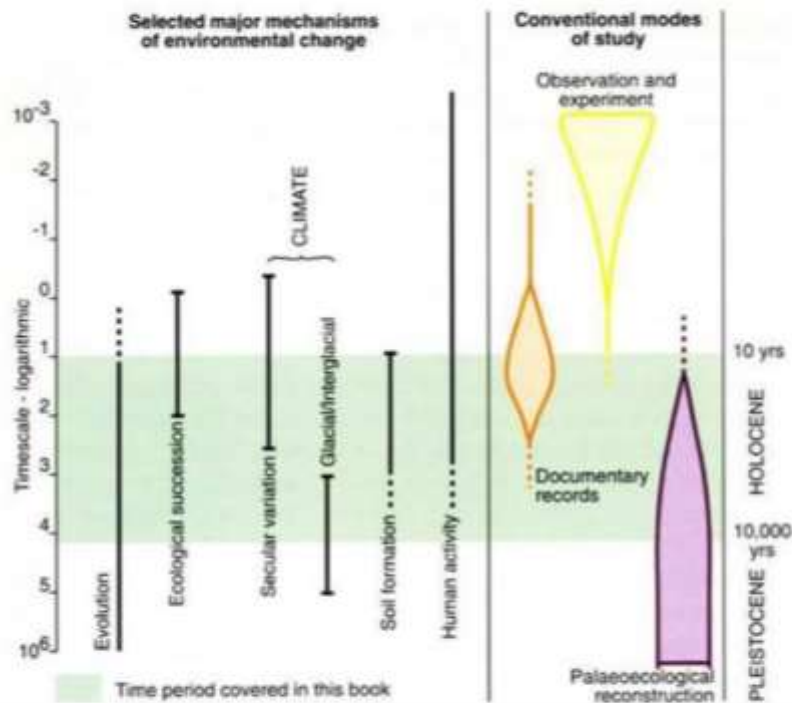
OTKA K 129167, NF 101362

CT-MERG-CT-2006-041088



# Valós idejű megfigyelések és paleo vizsgálatok kapcsolata

## Relationship between Q-Time and Real-Time



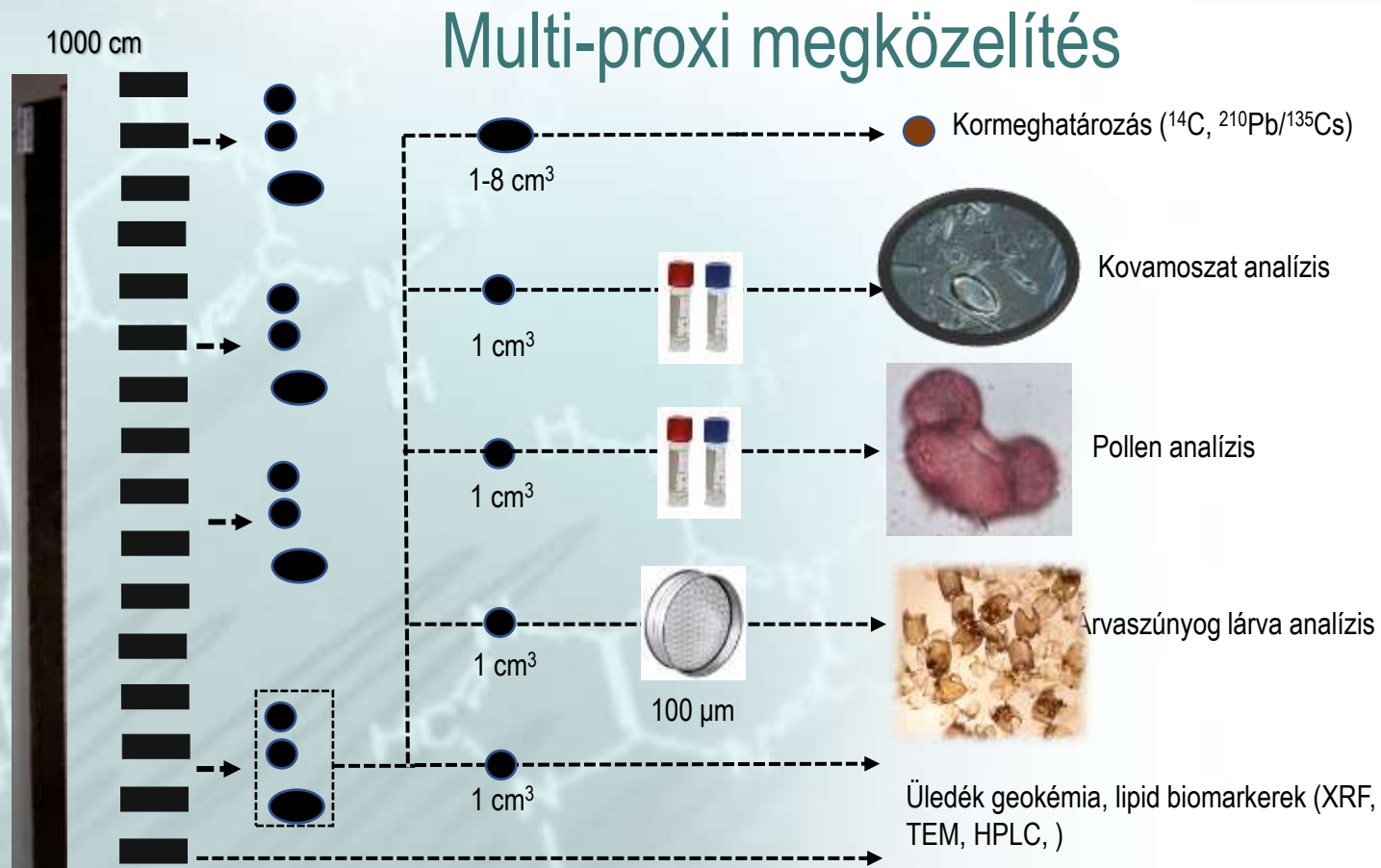
Mechanisms and modes of studying environmental change over different timescales (modified from Oldfield, 1983)

A nagy felbontású paleoökológiai adatsorok egyedülálló információkat szolgáltathatnak a fajok dinamikájáról és a környezeti változásokkal való kölcsönhatásairól 100 vagy 1000 éves időskálán.

# Paleoökológiai vizsgálat objektuma és mintavételezése



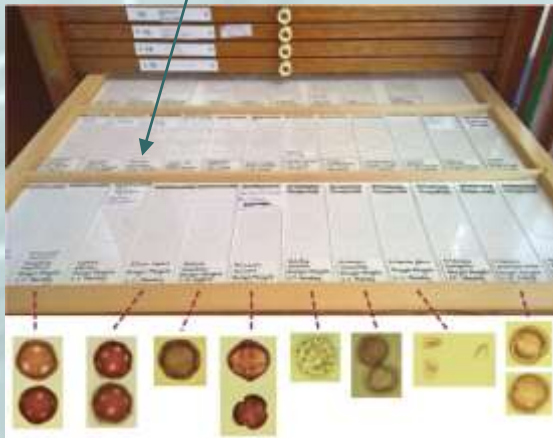
# Módszertan



# Pollen lemezek analízise

Fosszilis polleneket  
tartalmazó tárgylemez

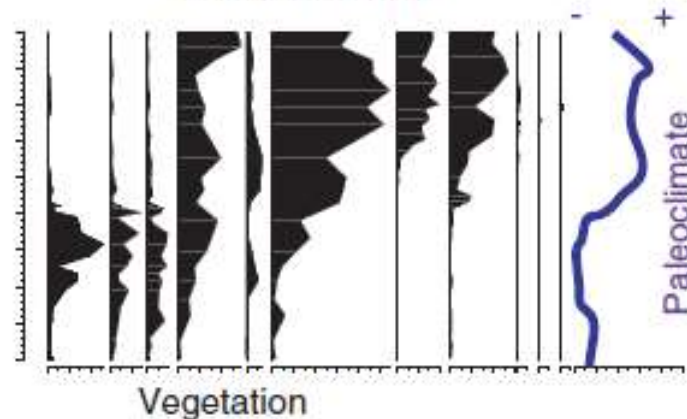
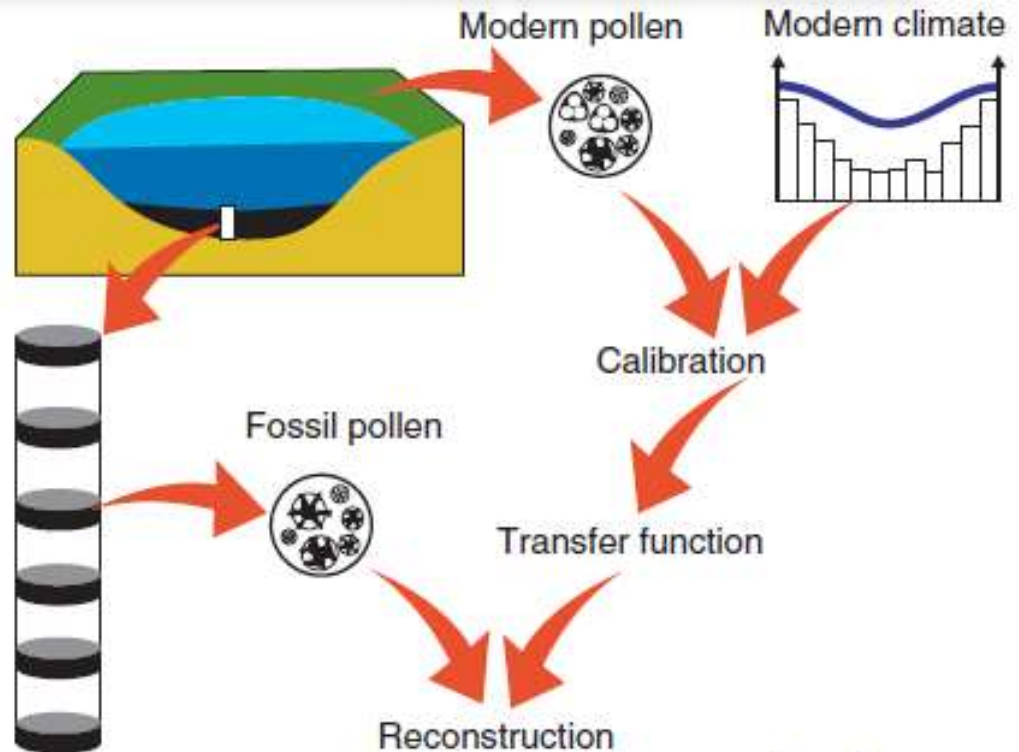
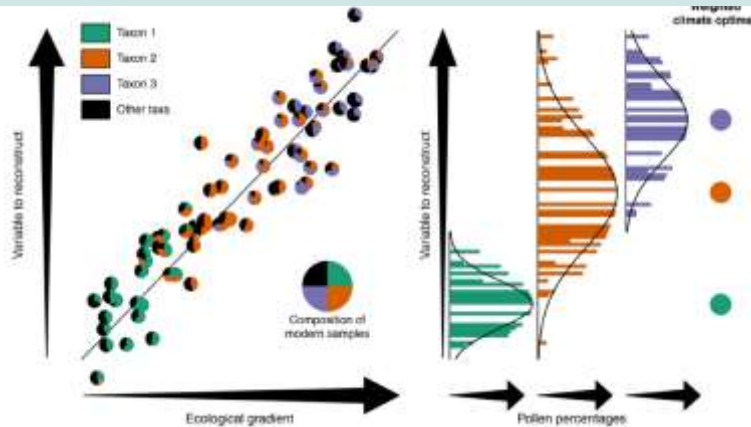
Referencia tárgylemezek



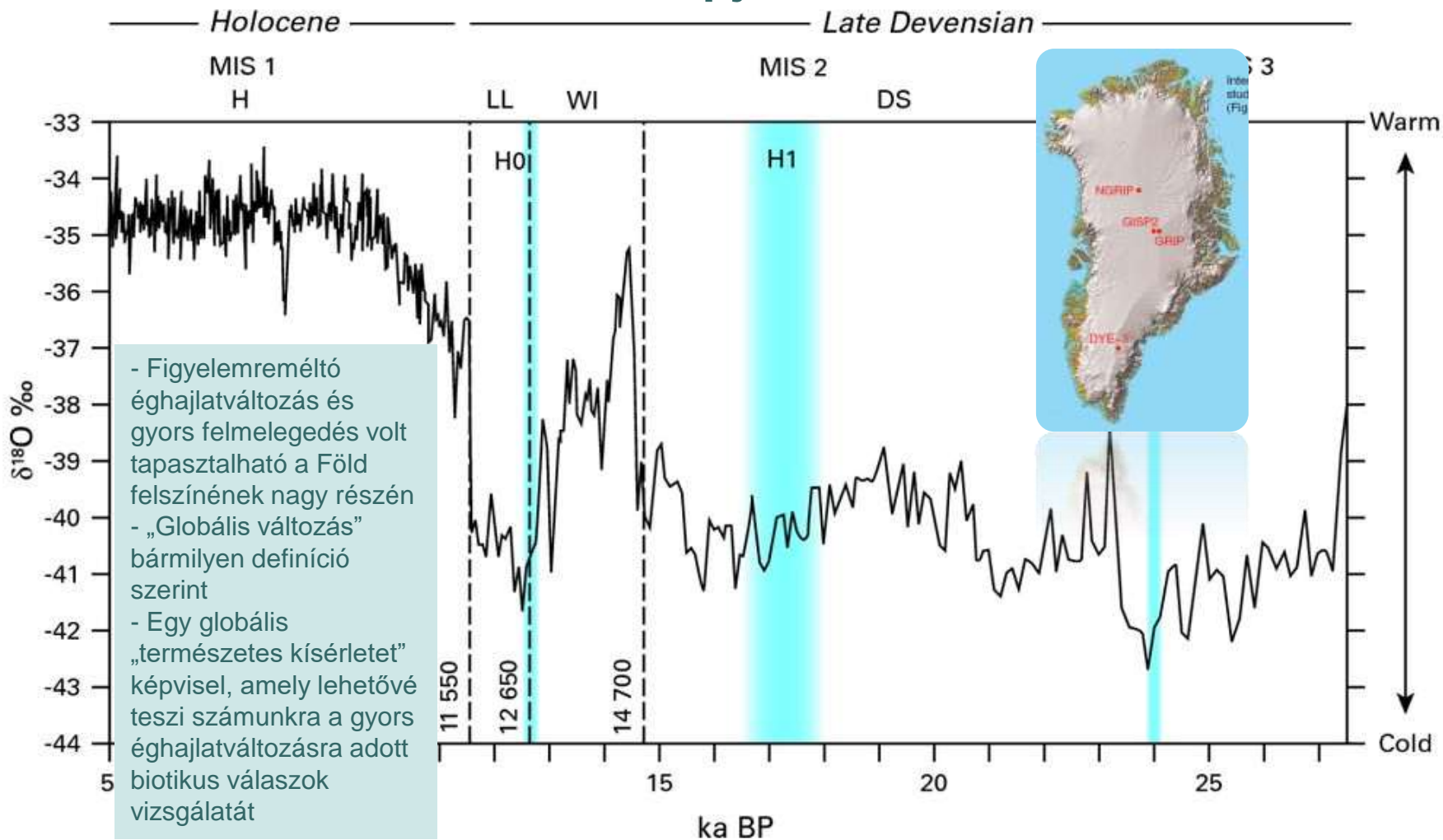
# Pollen alapú klímarekonstrukció



Conceptual representation of WA and how climate optima are inferred for the taxa

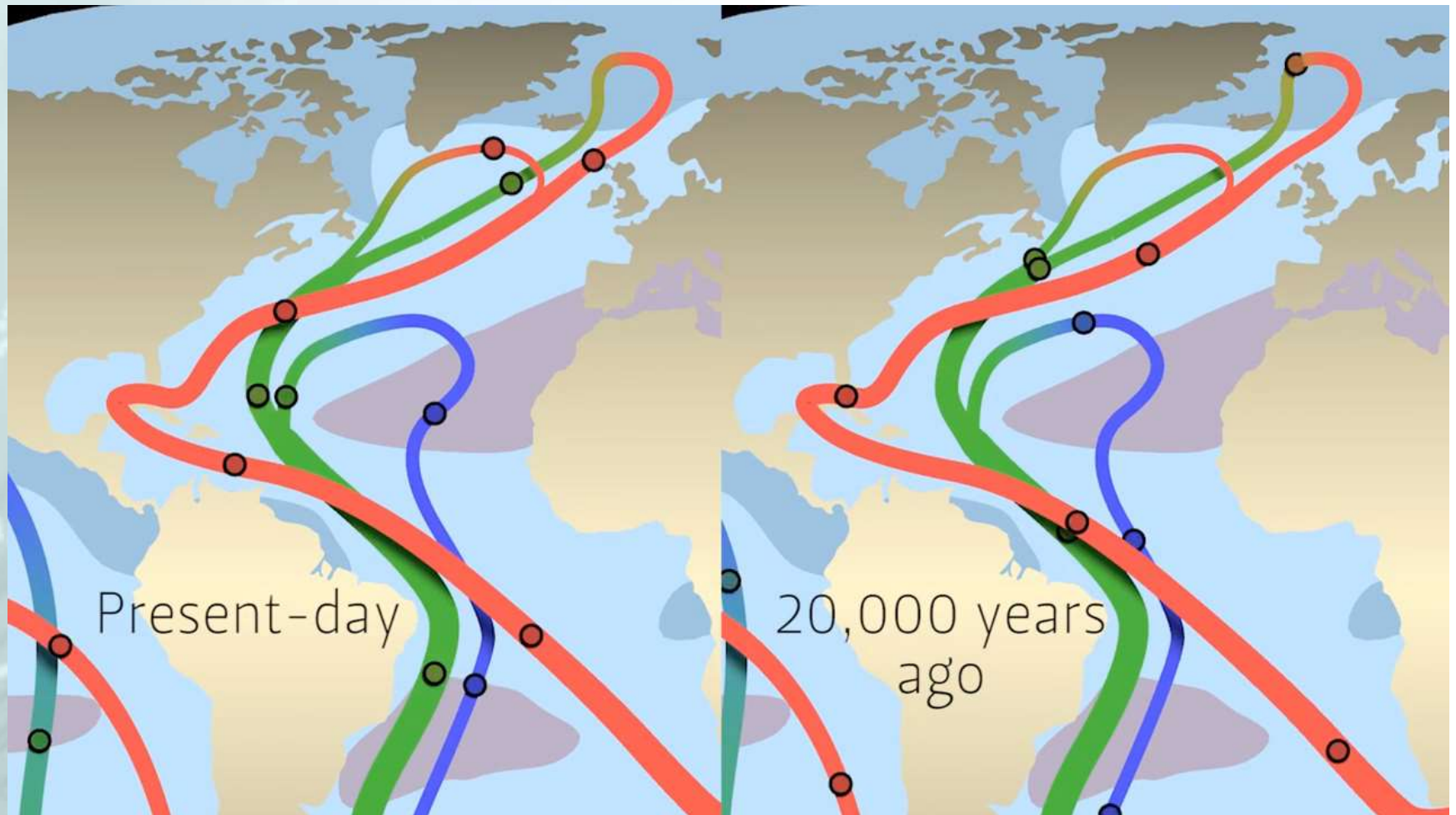


# Au utolsó eljegesedés végén történt éghajlatváltozás rekonstrukciója a grönlandi jégtakaróból nyert jégmag (GISP2) alapján



H = Holocene, LL = Loch Lomond Stadial, WI = Windermere Interstadial, and DS = Dimlington Stadial

# Atlantic Meridional Overturning Circulation (AMOC) during warm and cold phases

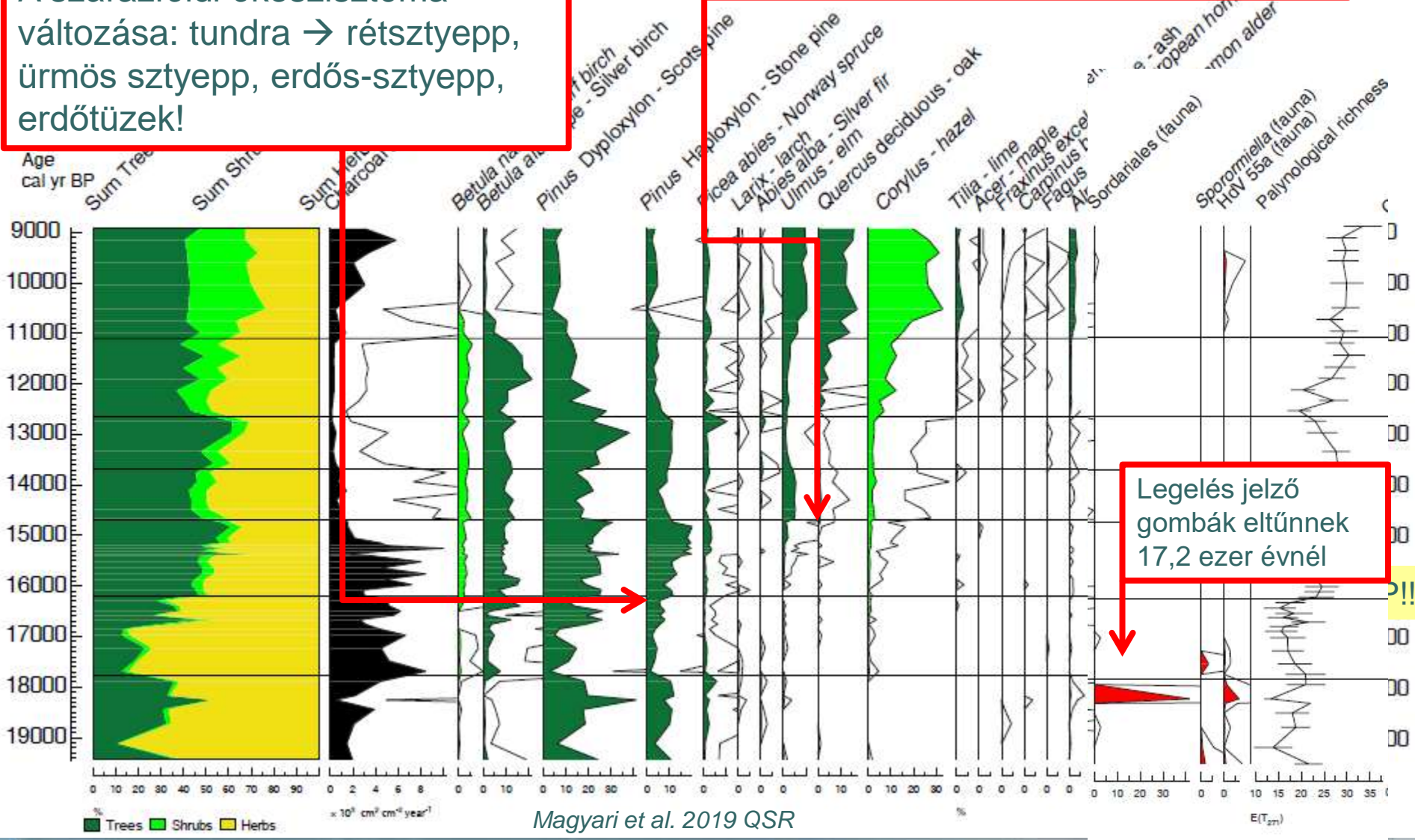




# A pollen alapú szárazföldi ökoszisztémák (Kokad) 20 és 9 ezer évek közt

A mogyoró és a szil pollenje 16,2 és 14,7 ezer évek után gyorsan nő → nagyon korai terjedés, refúgiumok a közelben!

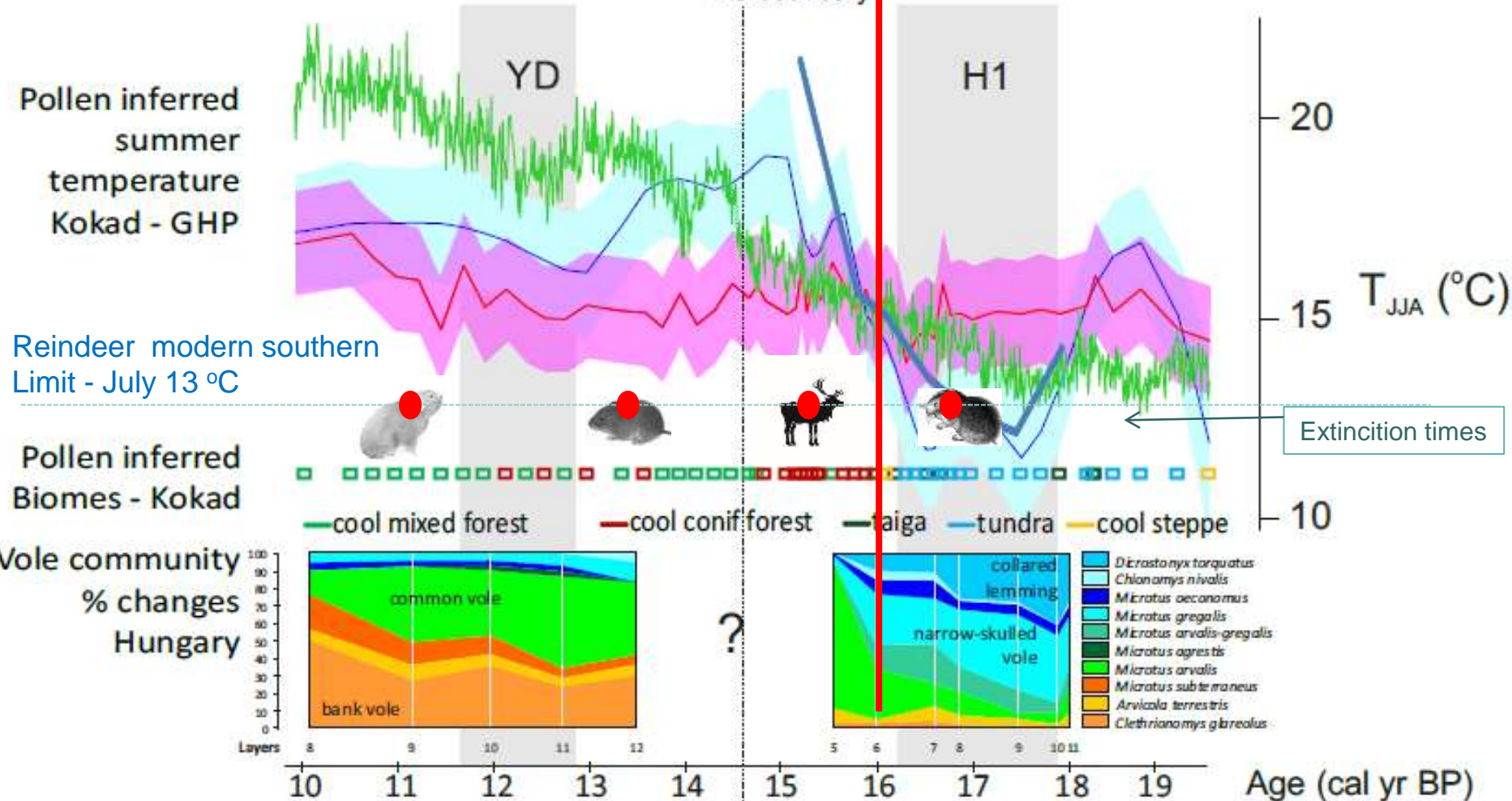
A szárazföldi ökoszisztéma változása: tundra → rétsztyepp, ürmös sztyepp, erdős-sztyepp, erdőtüzek!



# Paleoklíma, pocokközösség és bióm váltás a Kárpát-medencében az utolsó jégkorszak végén

Jelentős ökoszisztéma változás 16,2 ezer éve

- vole thermometer TJJJA (Kretzoi, 1957) Jankovich Cave
- pollen inferred TJJJA (WAPLS)
- pollen inferred TJJJA (MAT loess moothing)
- CCSM3 climate model based TJJJA for 40-42.5o N and 20-22.5o E



Reindeer modern southern Limit - July 13 °C

Extinction times

# Barlangi ksemlős rétegsorok újvizsgálata

## Eredmények – legfiatalabb mért korok ~ utolsó detektálási idők



Örvös lemming  
(*Dicrostonyx torquatus*)  
~16 640 cal yr BP



keskenyfejű pocok  
(*Microtus gregalis*)  
13 340 cal yr BP



Kisfülű pocoknyúl  
(*Ochotona pusilla*)  
11 015 cal yr BP



rénszarvas  
(*Rangifer tarandus*)  
15 195 cal yr BP  
(13 585 cal yr BP)

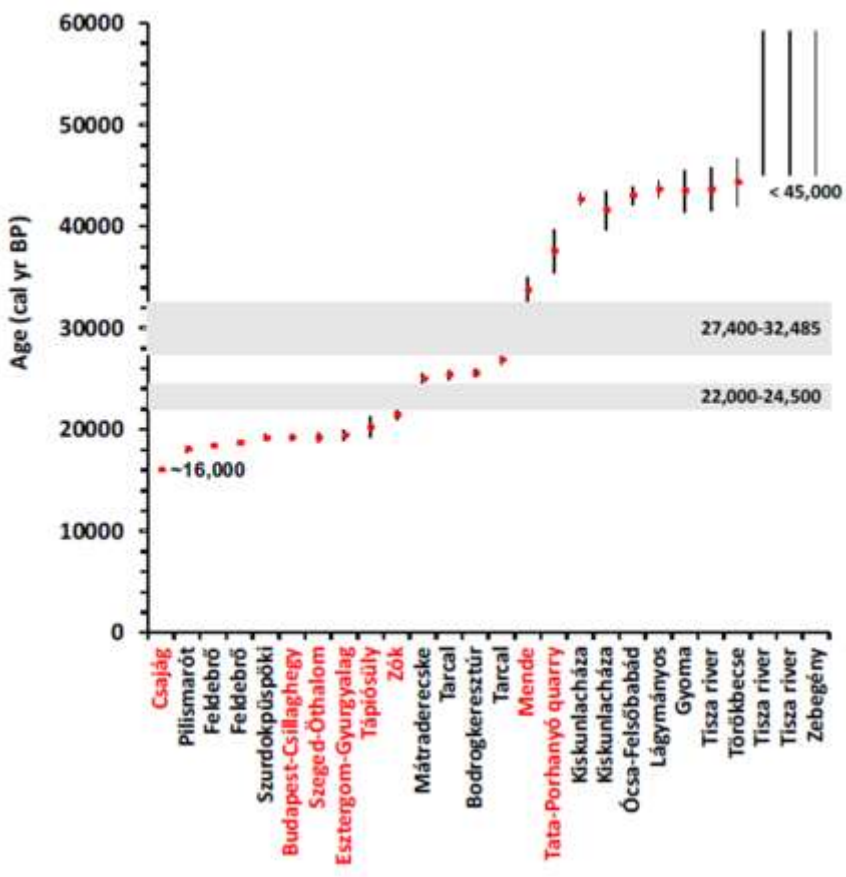
Mikor detektálhatók az utolsó késő epigravetti lelőhelyek a Kárpát-medencében?



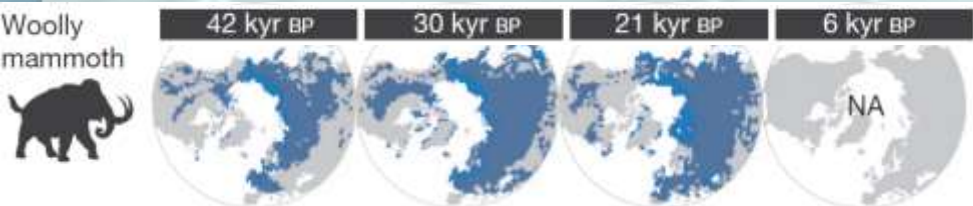
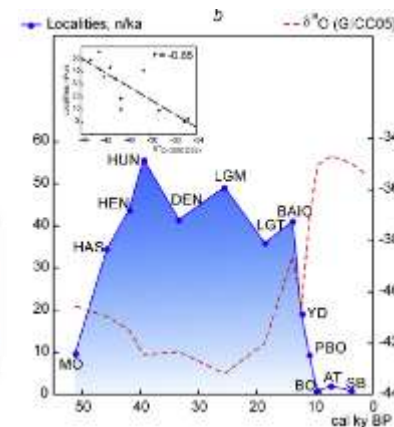
# MAMUT AMS $^{14}\text{C}$ KOROK A KÁRPÁT-MEDENCÉBŐL



- Csontjai gyakoriak M.o-n, kb. 400 egyed, 6 csontváz
- $^{14}\text{C}$  kormeghatározás 8 egyeden mindössze
- Mi 21 egyedet datáltunk, a kihalási időpont meghatározásához fiatal leőhelyeket választottunk
- Kritikus populáció méret csökkenés ideje ~16 ezer év a medencében



Mamutfog dentin kiváló kormeghatározásra !



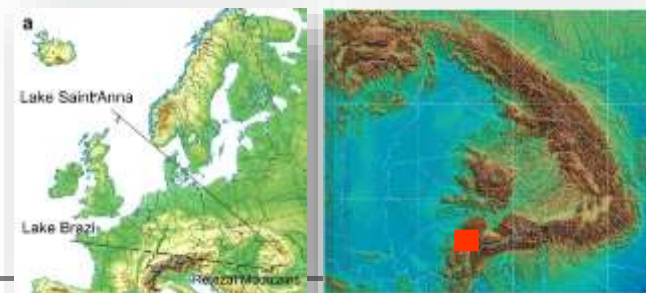
Magyari et al., in press Sci Rep.; Kovács et al., 2011; Puzachenko et al., 2016

# Konklúziók

- A Kárpát-medence faunájának átalakulása gyorsan megtörtént a Heinrich 1 hidegesemény után, ~16,36 évvel ezelőtt, a tavi pollenszelvények alapján a növényzet gyorsan átváltott erdős sztyepp tundráról → hűvös túlevelű erdőkbe kb. 16,2 ezer éve.
- A megafauna populáció mérete már ~17,2 ezer évvel ezelőtt az alföldeken, korábban, mint a jelenlegi, a szárazság csökkenése elősegítette a megafauna populáció felhalmozódását (pl. mamutok, őrszarvasok, erdőtüz).
- A késő epigravetti vadászok és a mamutpopulációkkal együtt kb. 15,2 ezer éve hagyták el a KM-t.
- A fiatal driász lehűlésnek gyenge hatása volt, főként a sztyepppek kiterjedése nőtt jelentős sztyepppei emlősfaunával



# PROLONG PROJEKT CÉLKITŰZÉSEK



*Providing long environmental records of Late Quaternary climatic oscillations in the South Carpathians (Romania) 2008-2018*

<http://sites.google.com/site/enikomagyaripollen/cv/carpenvchange>

- Pollen, sztóma és növényi makrofosszília elemzések segítségével rekonstruálni a vegetáció dinamikáját, a fahatár és erdőhatár eltolódását évtizedes és évszázados léptékben, a gyors hőmérséklet-változás időszakában
- Multi-proxy módszerekkel ugyanazon az üledékmagokon rekonstruálni a nyári levegő átlagos léghőmérsékletet, a vízmélység, a víz pH, a rendelkezésre álló P-tartalom változásait
- Az ökoszisztéma válaszok esetén a gyors és késleltetett ökoszisztéma válaszok elkülönítése.



Lake Brazi



Lake Gales



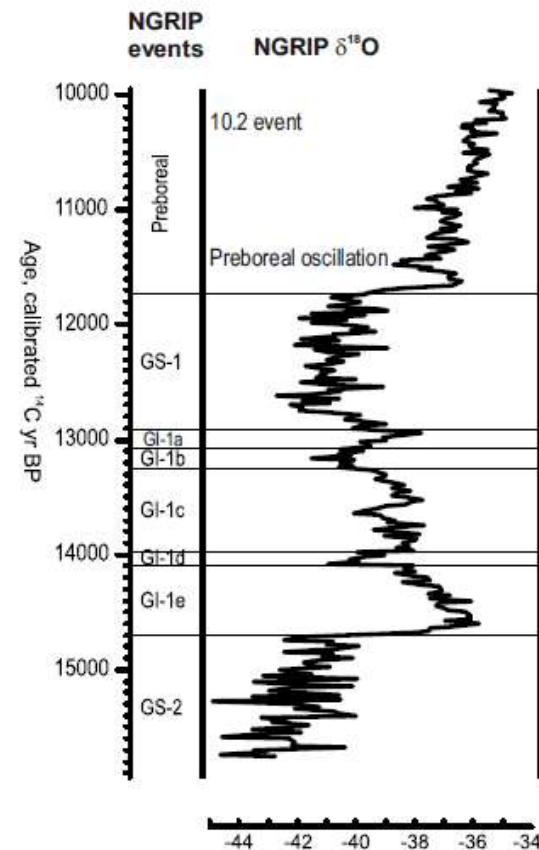
Lake Lia



Lake Bucura

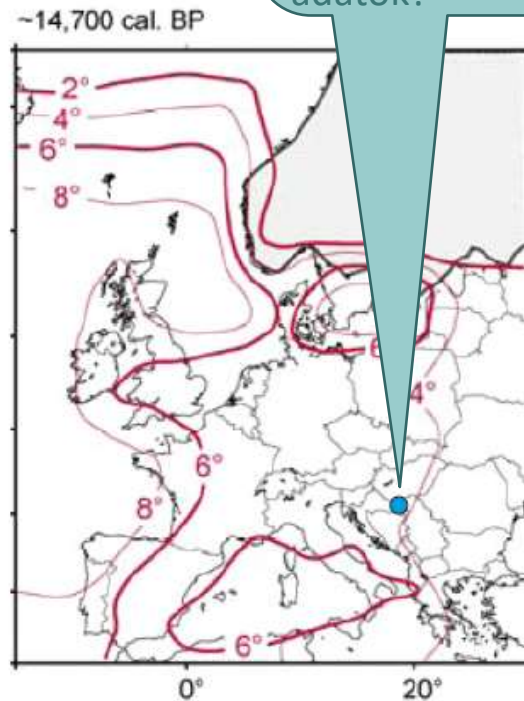
# Kutatási kérdés: mekkora volt a felmelegedés amplitúdója DK-Európában?

Greenland ice core  $\delta^{18}\text{O}$



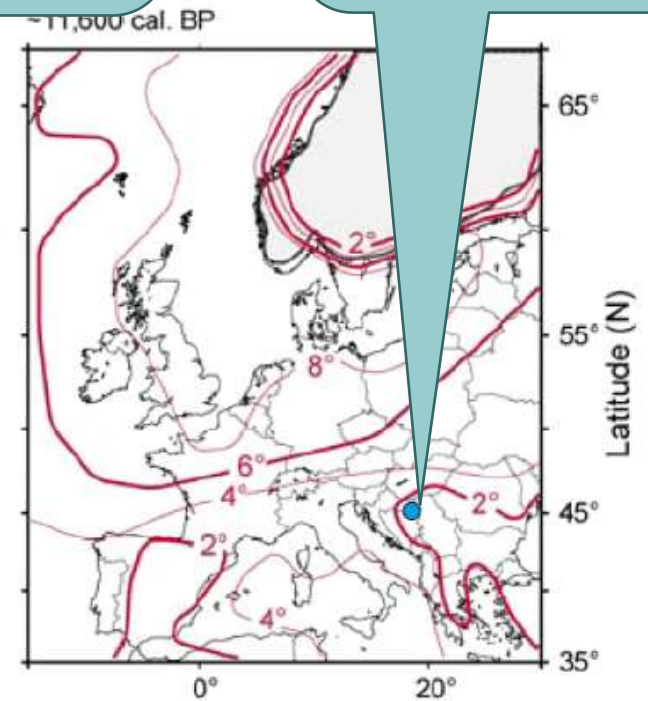
A júliusi hőmérséklet  
700 és 11 600 évvel ezelőtt  
(Renssen és al., 2001)

≤ 4 °C felmelegedés  
DK-Európában a  
későglaciális  
átmenetkor. Mit  
mutatnak a proxi  
adatok?



amplitúdója  
AM-4 korszakban

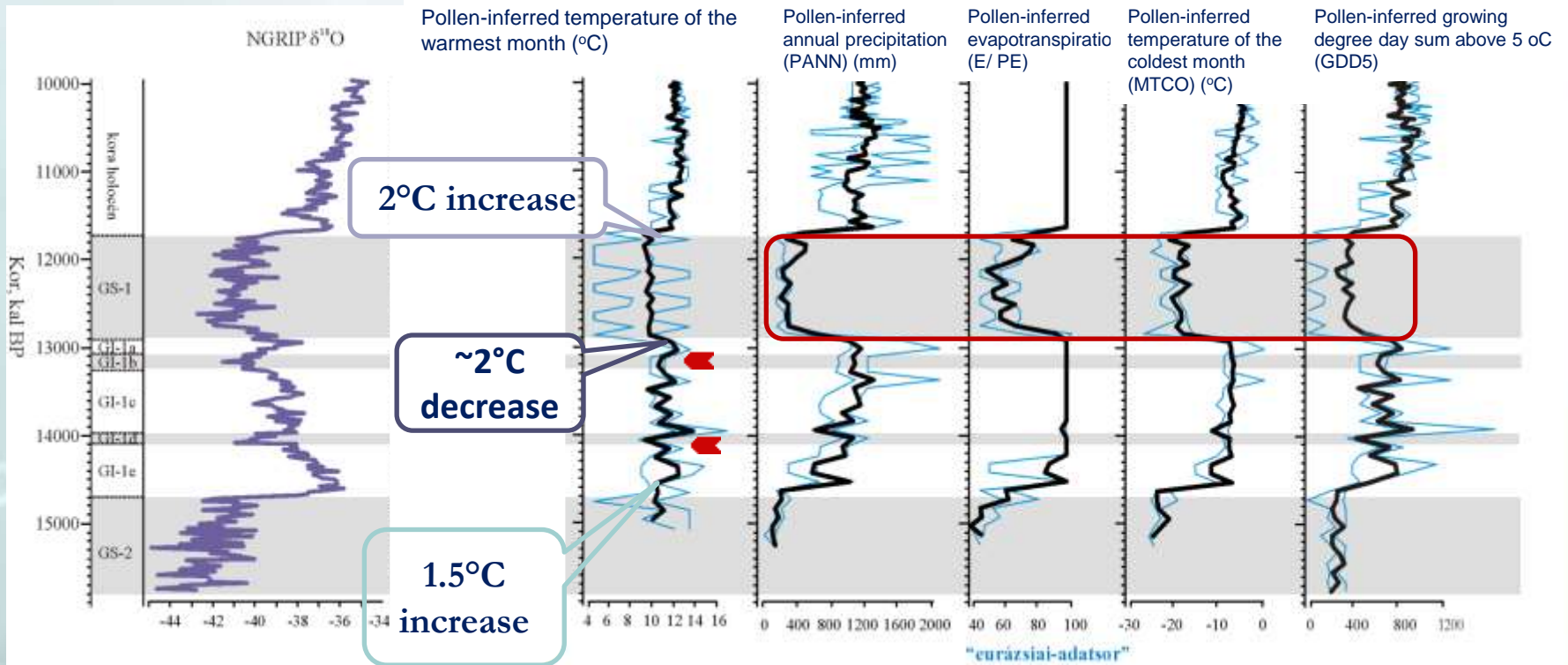
< 2 °C felmelegedés  
DK-Európában a  
holocén átmenetkor.  
Mit mutatnak a proxi  
adatok?



Longitude (E)

Latitude (N)

# Eredmények – pollen alapú késő glaciális klíma



Training set: the Eurasian surface pollen Database →

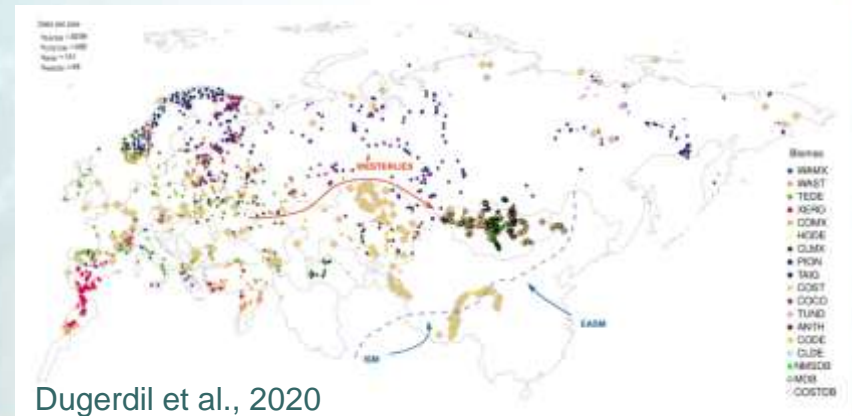
Data set size

$n_{\text{EAPDB}} = 3239$

$n_{\text{COSTDB}} = 482$

$n_{\text{MDB}} = 151$

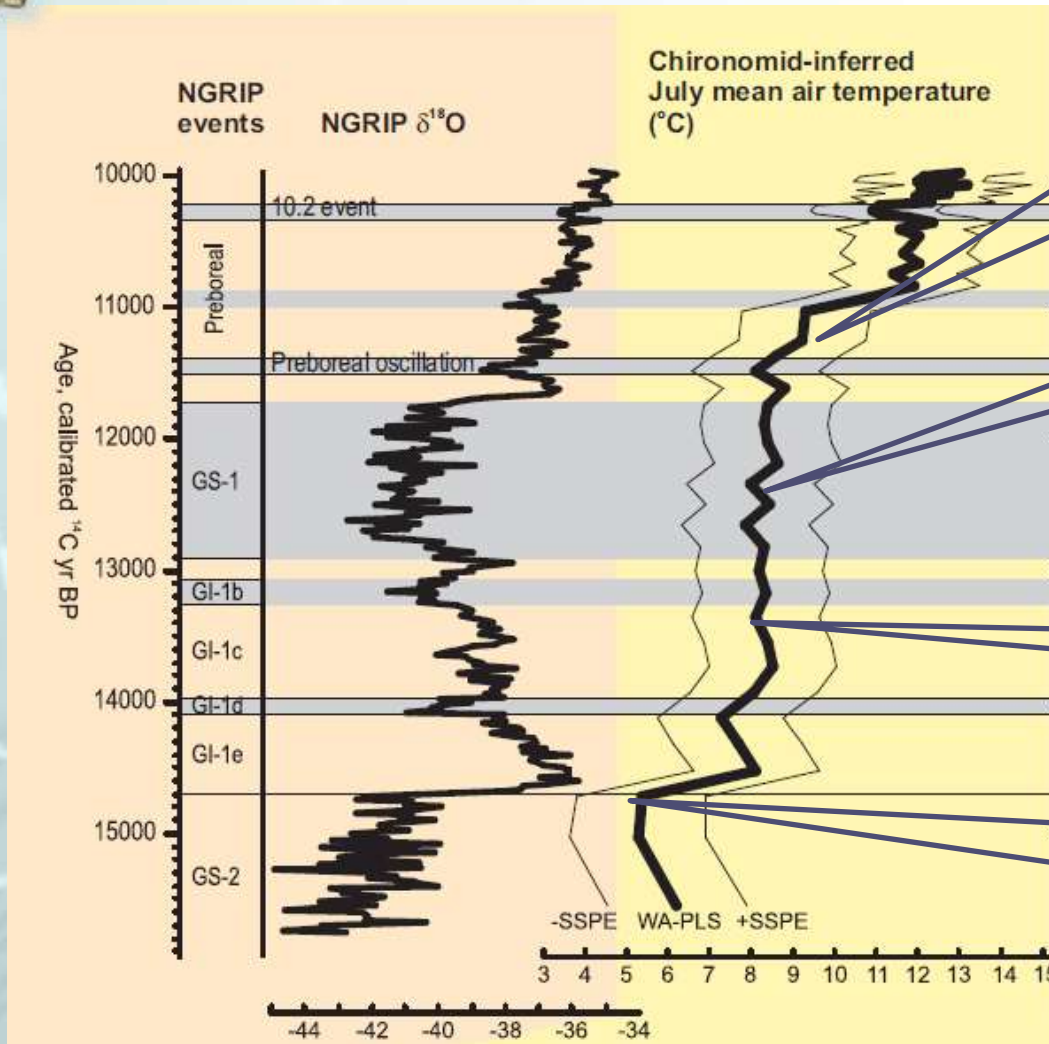
$n_{\text{NMSDB}} = 49$







# Eredmények – árvaszűnyog alapú késő glaciális klíma



Major increase (3.8°C)

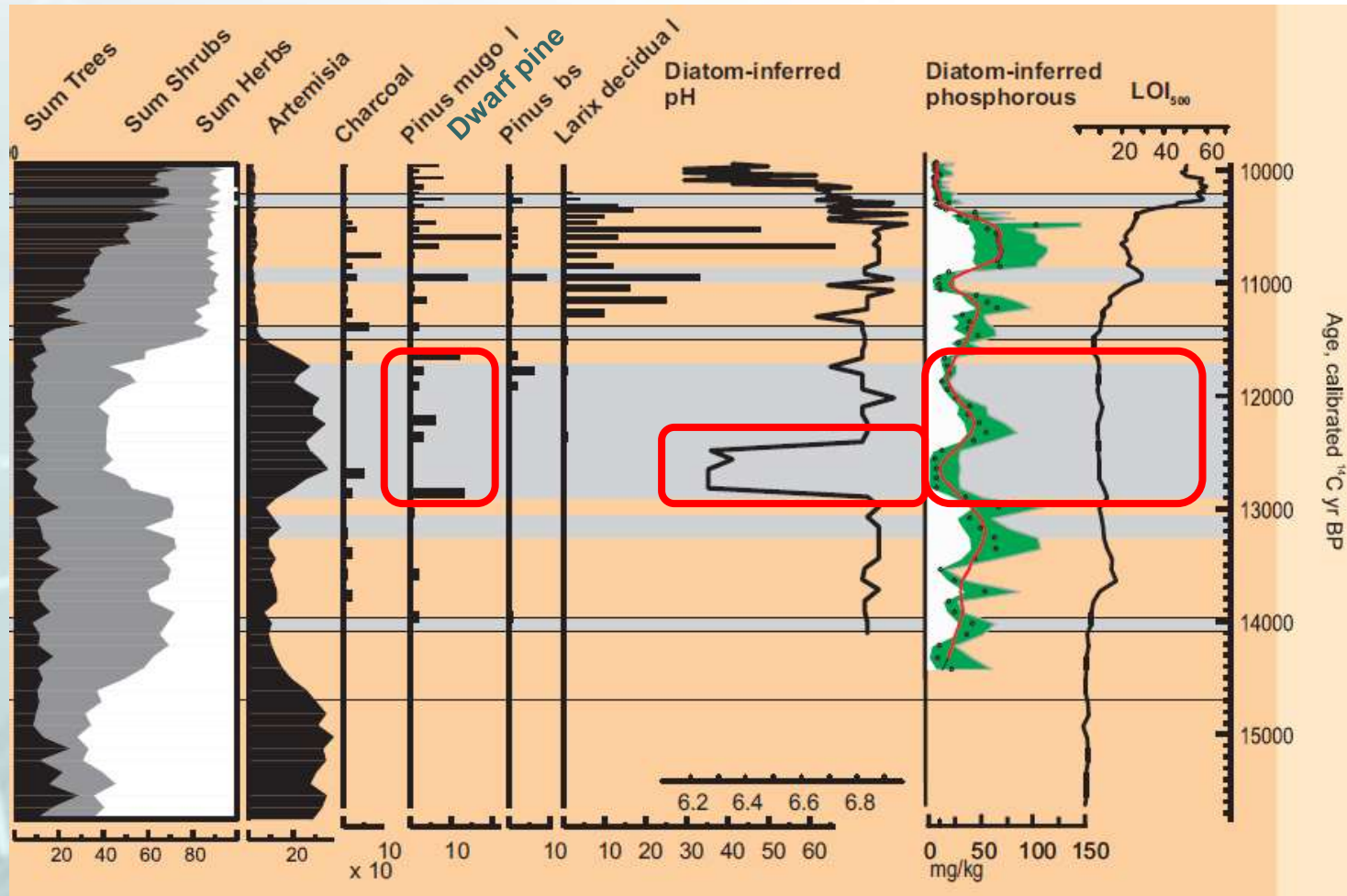
Weak cooling during GS-1 lehűlés (<1°C)

GI-1 temperatures between 8.1-8.3 °C

GS-2/GI-1 transition well detected (2.8°C increase)



# Proxik összeváltése



- Macrofossils provide evidence for the survival and increase of woody cover around the lake during GS-1
- At the beginning of GS1 (~12 870-12 470 cal yr BP) diatom based pH reconstruction suggest rapid pH decrease interpreted as increasing winter ice cover length
- Lake productivity decreased weakly ( based on LOI<sub>500</sub> and diatom inferred P content)

# Model-proxi adat összevetés

---

- Az árvaszúnyog és a pollenből alapú kvantitatív klímarekonstrukciók megegyeznek a modellezett értékekkel, még a modelleknél is gyengébb felmelegedést sugallnak a holocén határon ✓
- A legnagyobb változás a téli kh-ben volt és a hozzáférhető nedvességben a holocén felmelegedés során 11,650 éve ❄️ 🌡️
- A kovamoszat adatsor a fiatal driász kezdetén a tél gyors meghosszabbodására utal. ❄️❄️

# Holocén gyors klímaváltozási események a Kárpát-medencében: geokémiai módszerek

## Röntgen fluoreszcens elemzések (mikro-XRF)

- Gyors és roncsolásmentes elemzés az üledék elemösszetétel változásainak meghatározására
- Nagy felbontású elemzés, 21 kémiai elemre 5 mm-enként



Source: <http://www.avaatech.com>

Université Savoie Mont Blanc- EDYTEM- France,  
Chambery

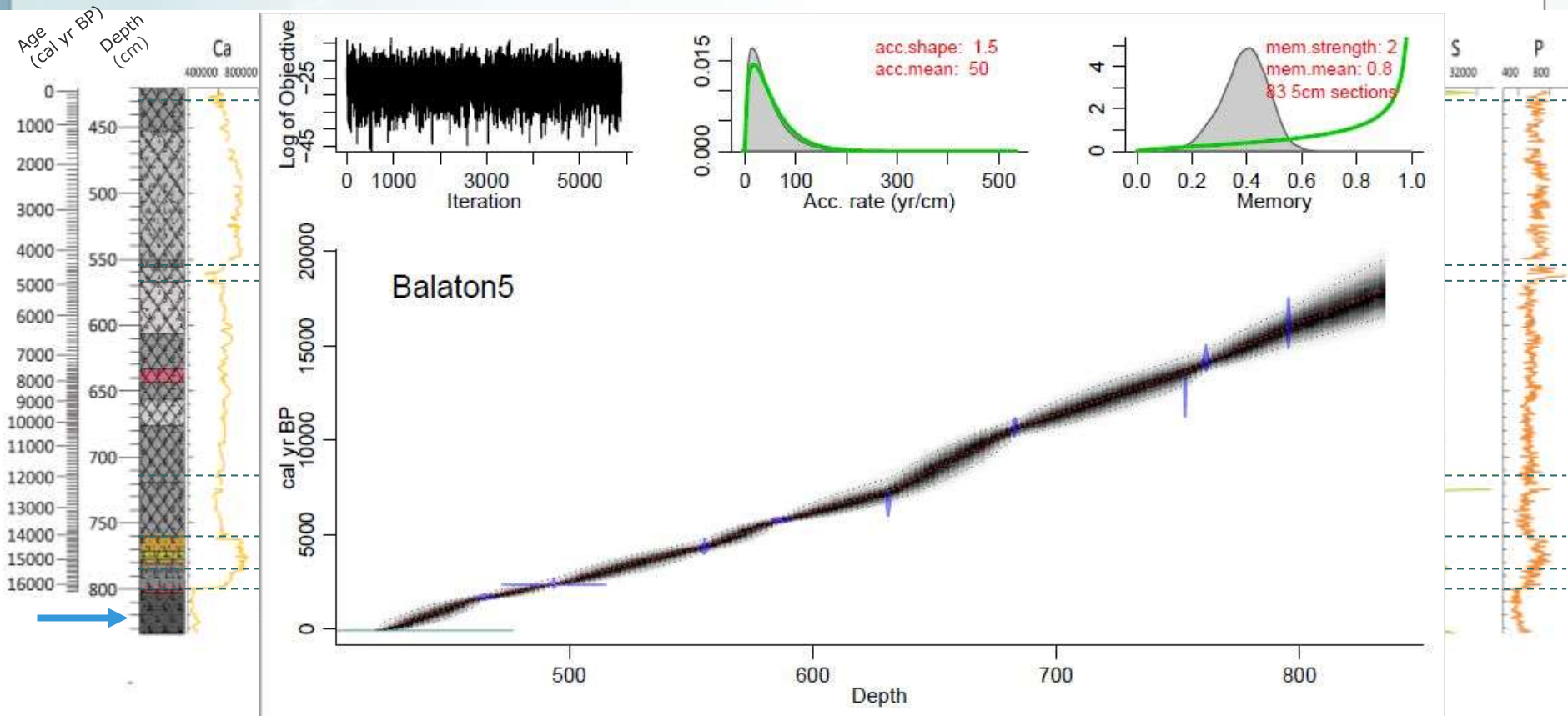
BALATON TÓ 34 fúrás, Szemesi-medence



Tó-34a sediment core between 720-870 cm

# Röntgen fluoreszcens elemzések (mikro-XRF)

Université Savoie Mont Blanc- EDYTEM- France, Chambéry

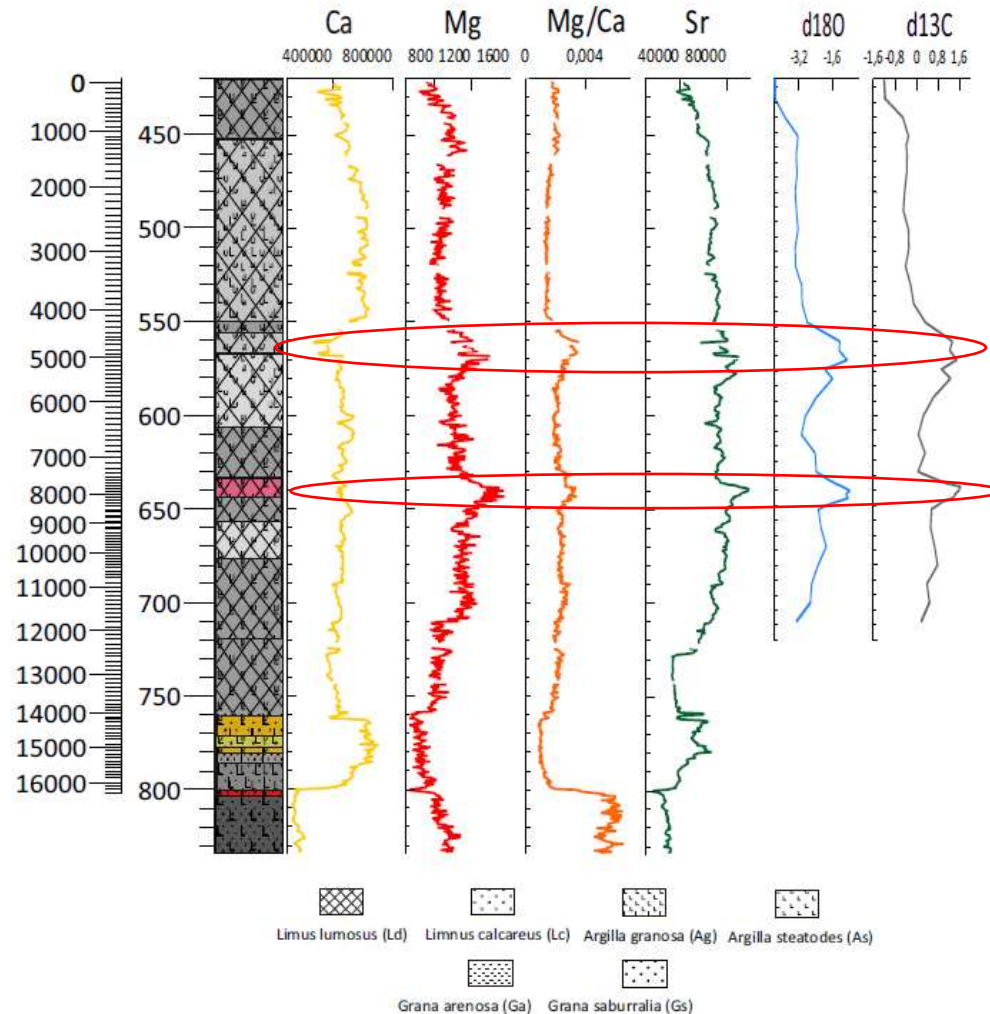


# Röntgen fluoreszcens elemzések (mikro-XRF)

Université Savoie Mont Blanc- EDYTEM- France, Chambéry

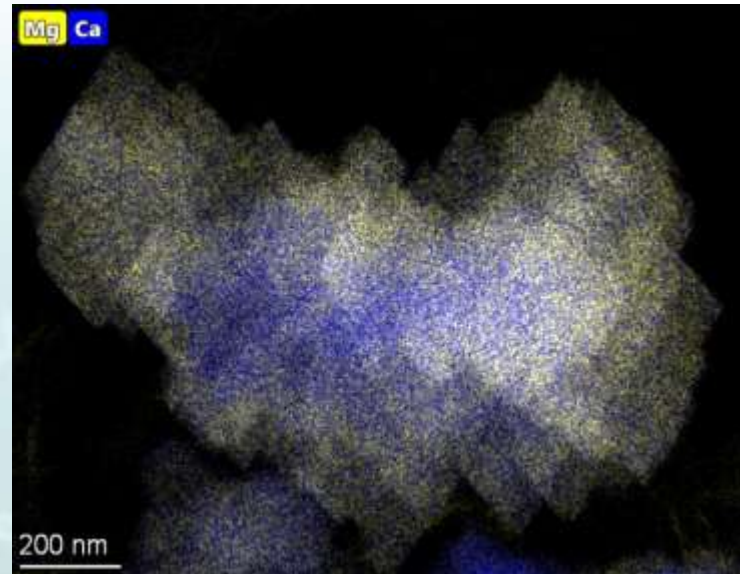
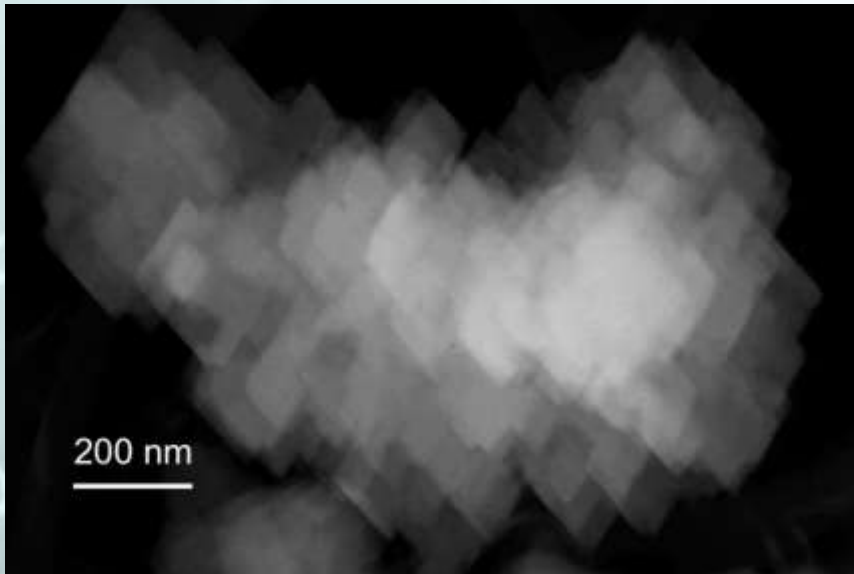
Based on Mg curve, 2  
evaporation events:

1. 5000 cal year BP
2. 8100 cal year BP



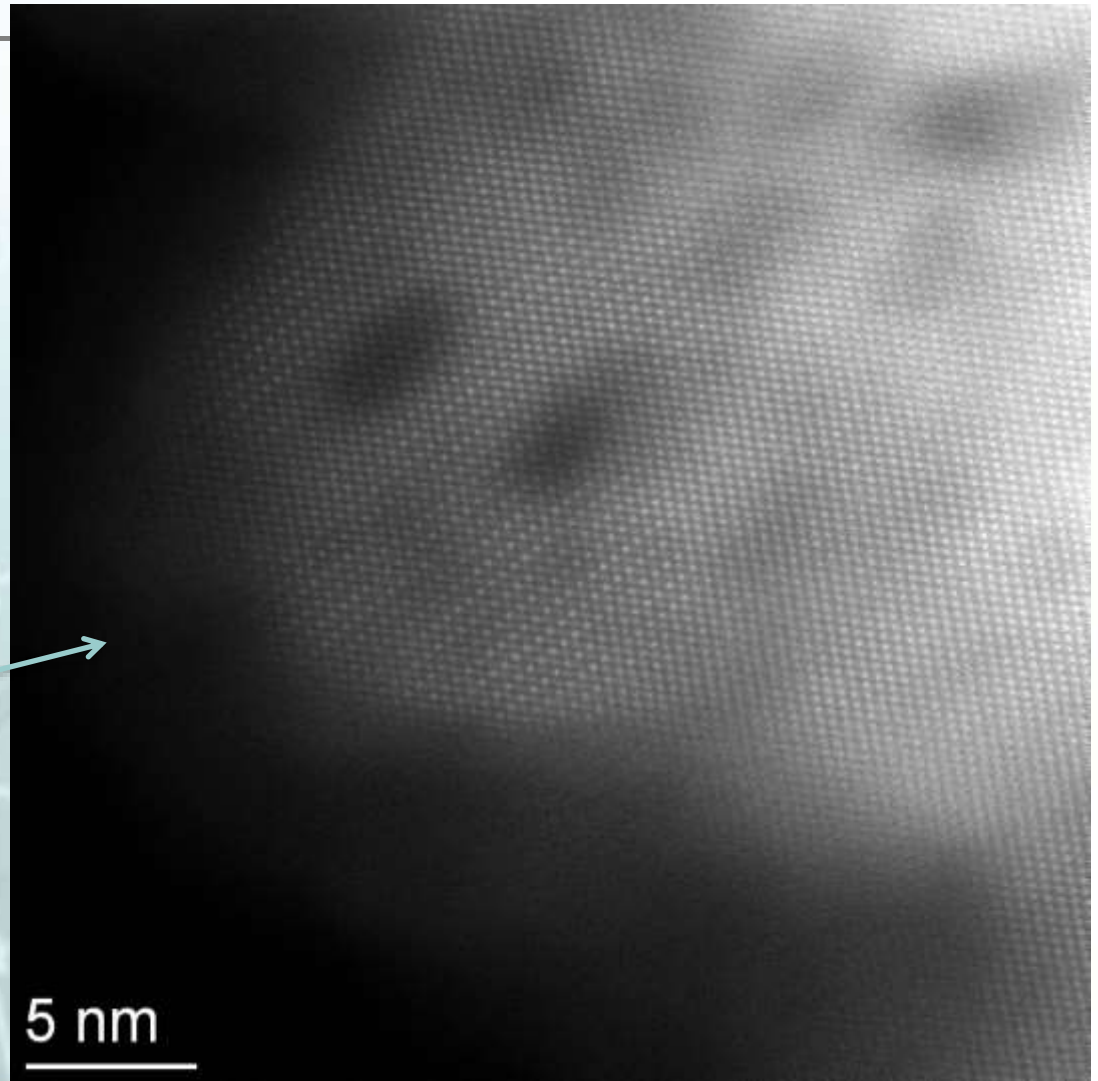
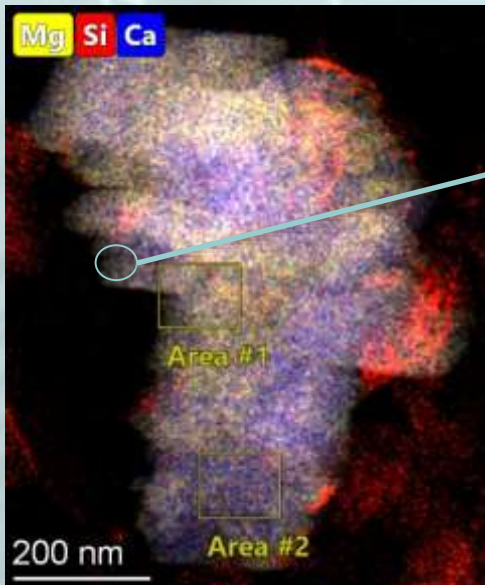
# Transzmissziós elektron mikroszkópos elemzés (TEM)

Results of Mg richer layers (640 cm TEM) – Element maps



# A protodolomit részecskék struktúrája(640 cm)

- Nagy felbontású HAADF kép – az intenzitás arányos a rendszám négyzetével: a Ca-ban gazdag atomoszlopok „fehérebbek”, mint a Mg-ben gazdag oszlopok
- Van ahol felváltva vannak erősebb és gyengébb intenzitású pontvonalak (dolomit), és vannak ahol minden vonal azonos intenzitású (kalcit)





# Következtetések

---

- Két jelentős párolgási esemény mutatható ki a holocén idején a Balaton Szemesi-medencéjében ~5000 és ~8100 BP évvel ezelőtt, ami a nyári hozzáférhető nedvesség csökkenésével magyarázható
- A párolgás során megnőtt a tóban lévő protodolomit és a Mg-tartalmú kalcit aránya, de tiszta dolomit ekkor sem vált ki a Balatonban.

5.2 ka event caused by prolonged positive North Atlantic Oscillation conditions resulted in wetter and/or cooler conditions in central and northern Europe, where the event is hypothesised to have resulted in considerable societal disruption.

Wet in NW Europe

Dry in SE Europe

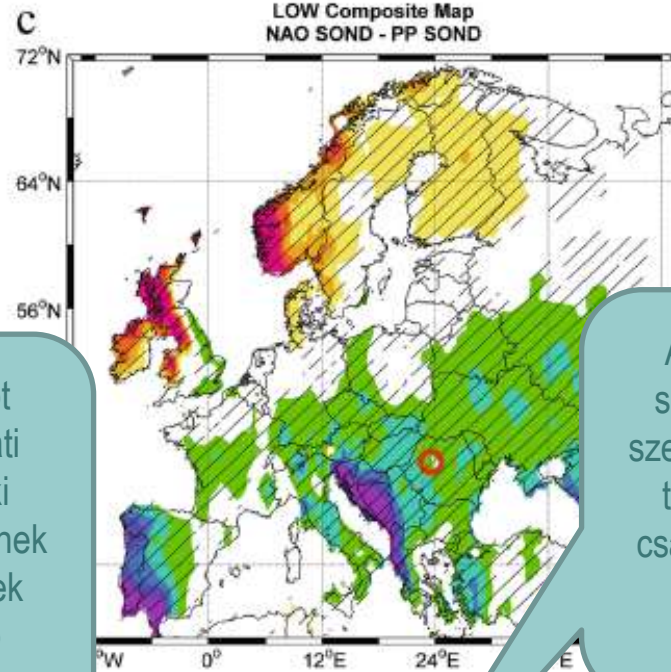
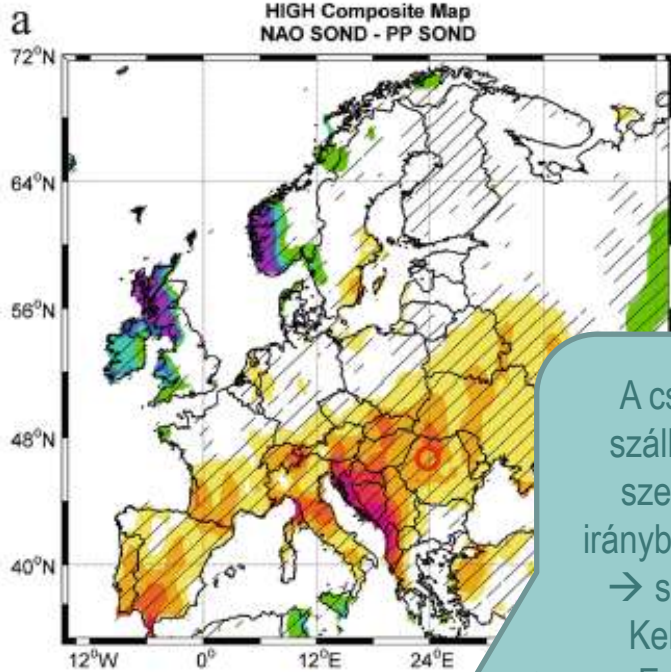
NAO conditions are likely to shift to a more positive mean state under anthropogenic warming scenarios ([IPCC, 2013](#)), the instrumental record is too short to assess this possibility fully

# Az Észak Atlanti Oszcilláció hatása Európában

Bojariu & Paliu 2001  
Bartholy et al. 2009  
alapján:

NAO+

NAO-

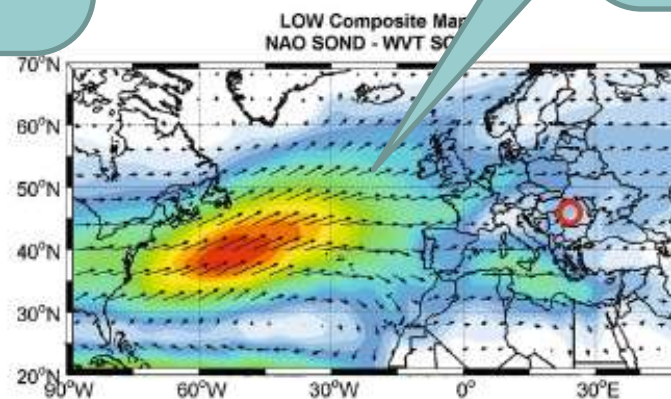
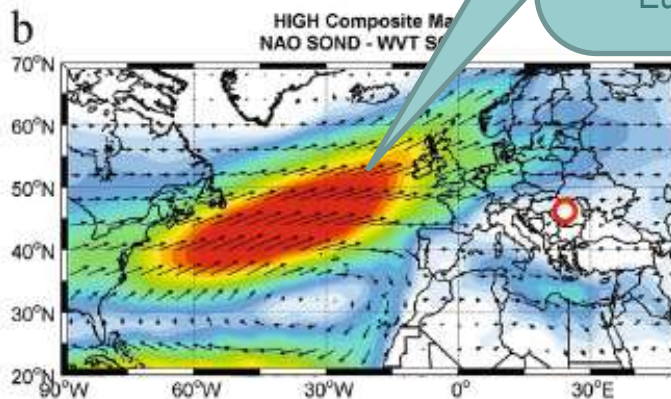


A csapadékot szállító nyugati szelek északi irányba terelődnek → száraz telek Kelet-Közép Európában

A csapadékot szállító nyugati szelek déli irányba terelődnek → csapadékos telek Kelet-Közép Európában

Kárpát-medence és Románia

térenél + és tél



**NAO -**  
Csapadékos és hideg tél



**Köszönöm a figyelmet!**

**This research was funded by OTKA NF 101362, PD73234, MERG-CT500501, GINOP-2.3.2-15-2016-00009, NKFIH K129167, Humboldt Fellowship**