
„Moravský Yellowstone“ sloužil v době ledové jako oáza pro teplomilné dřeviny

[English see below](#)

Praha 3. 6. 2024 – V době ledové mohly hydrotermální prameny sehrát klíčovou roli pro přežívání teplotně náročných druhů ve vyšších zeměpisných šířkách. K tomuto zjištění dospěl mezinárodní tým vědců vedený pracovníky z Centra pro teoretická studia Univerzity Karlovy a České geologické služby, na studii se podíleli i vědci z Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy. Výsledky výzkumu, čerstvě publikované v prestižním časopise *Science Advances*, do značné míry mění dosavadní představy o migraci druhů po skončení poslední doby ledové a poskytují nové informace o přizpůsobování rostlin klimatickým změnám.

K objevu došlo při geologickém průzkumu v okolí Hodonína na jižní Moravě. Vědci zde nehluboko pod povrchem odhalily vrstvu neobvyklých hornin, tzv. křemenných sintrů. *„Je to zvláštní typ sedimentu tvořený hlavně opálem, který vzniká u pramenů s teplotou vodou bohatou na rozpuštěný křemen. Stejně horniny se dnes tvoří např. v okolí gejzírů v NP Yellowstone v USA,“* vysvětluje hlavní autor studie **Jan Hošek z České geologické služby (ČGS) a Centra pro teoretická studia Univerzity Karlovy (CTS UK)**. K vysrážení opálu dochází velmi rychle, takže se v těchto sedimentech často nacházejí dokonale zachovalé zbytky vegetace, která rostla v okolí pramenišť. *„Vzorky odebrané z moravské lokality jsou na rostlinné pozůstatky značně bohaté. Ve většině případů byla navíc zachována i organická hmota, což nám umožnilo pomocí radiouhlíkové metody spolehlivě zjistit absolutní stáří jednotlivých nálezů,“* dodává Hošek.

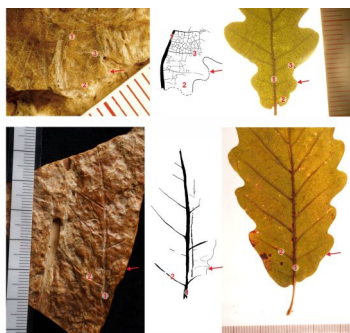


Oáza s teplomilnou vegetací na termálním prameništi u Hodonína. Ilustrace Jiří Svoboda

Výsledky datování ukázaly, že jsou fosilní rostliny 28 až 17 tisíci let staré. V tomto období zažívala planeta nejchladnější fázi poslední doby ledové, tzv. poslední glaciální maximum. Střední Evropa byla sevřena mezi alpským a skandinávským ledovcovým štítem, průměrné roční teploty byly o 10 °C nižší než dnes a povrch byl promrzlý do hloubky až několika set metrů. V těchto podmínkách byly schopny přežít jen ty nejodolnější druhy rostlin, zejména bylin. O to překvapivější pro vědce bylo, že se v sedimentu často nacházely pozůstatky dubu, lípy, jasanu a dalších dřevin vyžadující relativně vysoké průměrné teploty a dostatek vody.

„To, že zde tyto teplotně náročné druhy přežily glaciální maximum si lze vysvětlit jediné tak, že hydrotermální prameny, kterých byly ve zkoumané oblasti desítky, podstatným způsobem ovlivnily mikroklimatické podmínky. Z analýzy izotopů kyslíku víme, že se teplota vody pohybovala okolo 25 až 35 °C. Tato konstantě teplá voda ohřívala půdu v okolí pramenišť, zvyšovala vzdušnou vlhkost a mohla tak udržovat v celé oblasti relativně stabilní klima. Analogicky to dnes funguje například na Aljašce nebo na Čukotském poloostrově. Důležitým faktorem také bylo, že rostliny měly celoročně k dispozici kapalnou vodu, které byl v tehdejší krajině kritický nedostatek. Byla to taková oáza uprostřed arktické pouště,“ říká Jan Hošek.

Podle autorů studie mohlo být podobných hydrotermálních oáz ve střední Evropě více. Dokládají to paleobotanickým záznamem z termálního mokřadu v Liptovské kotlině na Slovensku, kde v sedimentech datovaných do posledního glaciálního maxima objevili vysoké koncentrace pylu teplomilných dřevin.



Fosilní listy dubu ve vrstvě opálu. Foto: Jiří Kvaček

Výsledky výzkumu zásadně mění dosavadní představy o přežívání organismů během ledových dob. Obecně se mělo za to, že se během posledního glaciálního maxima teplotně náročné druhy rostlin a živočichů přesunuly z nehostinných oblastí severní a střední Evropy tisíce kilometrů jižněji, až ke Středozemnímu moři. Zde přečkaly až do počátku současné doby meziledové a zhruba před 10 tisíci lety se postupněšřily zpět na sever. „*Molekulární fylogenetická data sice naznačují, že některé teplomilné druhy dřevin přečkaly v malých populacích i v severnějších oblastech, tzv. severních mikrorefugiích. Faktický paleontologický doklad však zatím chyběl. O tom, kde a za jakých podmínek mohly tyto druhy přežít glaciální maximum se tak doposud nic nevědělo*“ vysvětluje spoluautor studie **Petr Pokorný z CTS UK**.

„Výsledky výzkumu považujeme za významné nejen proto, že poprvé přesvědčivě dokládají existenci severních mikrorefugií, ale zároveň vysvětlují i klimatické a geologické okolnosti, které to umožňovaly,“ doplňuje Hošek.

V současnosti u Hodonína k vývěru horkých pramenů nedochází. Že tomu tak bylo právě během nejchladnějšího období poslední doby ledové podle vědců může souviset se zaledněním Alp a tektonickými procesy. „*Lokalita se nachází na severním okraji velké tektonické pánve, která je systémem zlomů navázána na Alpy. Jižní část pánve je v současnosti tektonicky poměrně aktivní, což souvisí s kontinuálním výzdvihem Alpského horstva. Během posledního glaciálního maxima byly navíc Alpy zatíženy několik kilometrů mocným ledovcovým příkrovem, který celé horstvo zatlačoval. Při těchto protichůdných pochodech se pravděpodobně aktivovaly hluboce založené zlomové struktury, podél kterých mohlo z hloubek několika kilometrů docházet k výstupu geotermálně ohřáté vody. Ochlazení a s tím spojený růst alpského ledovce tak paradoxně napomohl setrvání teplomilné vegetace v oblasti,*“ dodává Jan Hošek.

Studie, na které se mimo ČGS a CTS podílela i Přírodovědecká fakulta UK, Národní Muzeum, Masarykova Univerzita, University of Minnesota a Universita Göttingen je volně dostupná zde: <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.ado6611>

[Tisková zpráva ke stažení zde.](#)

Kontaktní osoba:

RNDr. Jan Hošek, PhD

České geologické služba & Centrum pro teoretická studia Univerzity Karlovy

tel: +420 731 905 752

email: johan.hosek@gmail.com

Za správnost:

Petra Klusáková, DiS.

Odbor vnějších vztahů RUK

Ovocný trh 560/5, 116 36 Praha 1

tel.: 224 491 350

mobil: 773 205 725

petra.klusakova@ruk.cuni.cz

<http://www.cuni.cz>

"Moravian Yellowstone" served as an oasis for thermophilic tree species during the Ice Age

Prague, June 3, 2024 - During the Ice Age, hydrothermal springs may have played a key role in the survival of temperature-demanding species at higher latitudes. This finding was made by an international team of scientists led by staff from the Centre for Theoretical Studies at Charles University and the Czech Geological Survey, with scientists from the Faculty of Science at Charles University also contributing to the study. The results of the research, recently published in the prestigious journal *Science Advances*, largely change the existing ideas about the migration of species after the end of the last ice age and provide new information about the adaptation of plants to climate change.

The discovery was made during a geological survey in the vicinity of Hodonín in southern Moravia. Scientists have uncovered a layer of unusual rocks, called quartz sinter, deep below the surface. "It is a special type of sediment, mainly made up of opal, which is formed at springs with warm water rich in dissolved quartz. The same rocks form today, for

example, around geysers in Yellowstone National Park in the USA," explains the study's lead author **Jan Hošek from the Czech Geological Survey (ČGS) and the Centre for Theoretical Studies at Charles University (CTS CU)**. The precipitation of opal occurs very quickly, so these sediments often contain perfectly preserved remnants of the vegetation that grew around the springs. "Samples taken from the Moravian site are very rich in plant remains. In most cases, organic matter was also preserved, which allowed us to reliably determine the absolute age of individual finds using the radiocarbon method," Hošek adds.

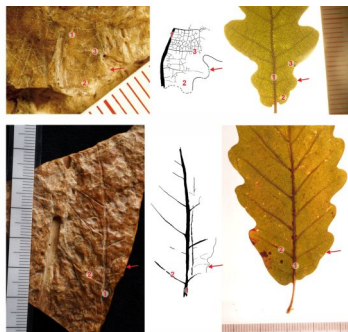


Oasis with thermophilic vegetation at a thermal spring near Hodonín. Illustration by Jiří Svoboda

The dating results showed that the fossil plants are 28 to 17 thousand years old. During this period, the planet was experiencing the coldest phase of the last ice age, the so-called Last Glacial Maximum. Central Europe was sandwiched between the Alpine and Scandinavian ice caps, with average annual temperatures 10 °C lower than today and the surface frozen to a depth of several hundred metres. Only the hardiest plant species, especially herbs, were able to survive in these conditions. What was even more surprising to the scientists was that the sediment often contained the remains of oak, lime, ash and other trees that required relatively high average temperatures and plenty of water.

"The fact that these temperature-demanding species survived the glacial maximum here can only be explained by the fact that hydrothermal vents, of which there were dozens in the study area, significantly influenced the microclimatic conditions. From oxygen isotope analysis, we know that the water temperature was around 25 to 35 °C. This constant warm water warmed the soil around the springs and increased the humidity in the air, and was thus able to maintain a relatively stable climate throughout the area. This is analogous to how it works today in Alaska and the Chukchi Peninsula, for example. Another important factor was that liquid water, which was critically scarce in the landscape at that time, was available to plants all year round. It was an oasis in the middle of the Arctic desert," says Jan Hošek.

According to the authors of the study, there could have been more similar hydrothermal oases in Central Europe. They prove this with a palaeobotanical record from a thermal wetland in the Liptovská basin in Slovakia, where they found high concentrations of pollen from thermophilic trees in sediments dating back to the last glacial maximum.



Fossil oak leaves in a layer of opal. Photo by Jiří Kvaček

The results of the research fundamentally change existing ideas about the survival of organisms during ice ages. It was generally thought that during the Last Glacial Maximum, thermally demanding plant and animal species moved from the inhospitable regions of northern and central Europe thousands of kilometres south to the Mediterranean Sea. Here they survived until the beginning of the present interglacial period and gradually spread back northwards around 10 000 years ago. *"Although molecular phylogenetic data suggest that some thermophilic tree species have survived in small populations in more northern regions, the so-called northern microrefugia. However, actual palaeontological evidence has so far been lacking. Thus, nothing has been known about where and under what conditions these species could have survived the glacial maximum,"* explains study co-author Petr Pokorný from CTS CU.

"We consider the research results significant not only because they provide convincing evidence for the first time of the existence of northern microrefugia, but also explain the climatic and geological circumstances that made this possible," adds Hošek.

At present, there are no hot springs near Hodonín. According to scientists, the fact that this was the case during the coldest period of the last ice age may be related to the glaciation of the Alps and tectonic processes. *"The site is located on the northern edge of a large tectonic basin, which is linked to the Alps by a system of faults. The southern part of the basin is currently quite active tectonically, which is related to the continuous uplift of the Alpine mountains. In addition, during the last glacial maximum, the Alps were burdened by a glacial ice sheet that was several kilometres thick and*

pushed the entire mountain range down. These opposing marches probably activated deeply based fault structures along which geothermally heated water could have emerged from depths of several kilometres. The cooling and the associated growth of the alpine glacier paradoxically helped the thermophilic vegetation in the area to persist," adds Jan Hošek.

The study, which involved the Faculty of Science of the UK, the National Museum, Masaryk University, the University of Minnesota and the University of Göttingen, is freely available here: <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.ado6611>

Contact person:

RNDr. Jan Hošek, PhD

Czech Geological Survey & Centre for Theoretical Studies, Charles University

Tel: +420 731 905 752

email: johan.hosek@gmail.com

For accuracy:

Petra Klusáková, DiS.

Department of External Relations of the Charles University

Ovocný trh 560/5, 116 36 Prague 1

tel.: 224 491 350

Mobile: 773 205 725

petra.klusakova@ruk.cuni.cz

<http://www.cuni.cz>