

Mrazivé Hodonínsko

Když se řekne Hodonínsko či Bzenecko, vybaví se nám slunný kraj vína, což dobře koresponduje s touto nejteplejší částí naší republiky. O to větší překvapení je, že právě zde nalezneme tvary reliéfu, které vznikaly v klimatických podmínkách podobných, jaké známe ze současných Špicberk. Historie vepsaná v reliéfu jižní Moravy ukazuje obrovské změny, kterými prošla naše zdánlivě neměnná krajina. Přírodní procesy, které tyto změny způsobují, jsou tak obrovské, že vedle nich bledne i síla loňského tornáda.

Řekou Moravou proti proudu času

Město Hodonín je spjato s řekou Moravou, na jejímž pravém břehu leží. Současným uměle vedeným korytem řeky Moravy v tomto úseku prochází státní hranice mezi Českou a Slovenskou republikou. Pozornějšímu pozorovateli však neunikne, že i v okolí Moravy se vyskytuje celá řada vodních ploch majících charakter tzv. slepých, či mrtvých ramen, podle toho, zda jsou, či nejsou povrchovou cestou spojeny s vlastním vodním tokem. Tato slepá a mrtvá ramena představují zbytky původních meandrů, které zde Morava přirozeně vytvářela v pásu téměř čtyři kilometry široké údolní nivy (podobně jako na nedalekých Osypaných březích; obr. 1). Při okrajích údolní nivy vznikla naproti sobě města Hodonín na české (pravé; strany se určují vždy dle směru toku) a Holíč na slovenské (levé) straně. Na umístění těchto měst, resp. jejich historických částí, je velmi dobře vidět, jak naši předkové respektovali přirozený prostor, ve kterém „žila“ řeka. Ta svými pravidelnými záplavami a překládáním koryt dávala lidem jasně najevo, že v údolní nivě je její hájemství. Lidé té doby dobře věděli, že stavět města tam, kde se řeka pravidelně vylévá a kde migruje její koryto, by bylo neuvážené a neudržitelné. Proto svá sídla zakládali tak, aby sice byla blízko řeky, která představovala dopravní stezku a zdroj vody, ale zároveň mimo záplavovou zónu, a tak Hodonín i Holíč mají svá historická centra vybudována na visutých vyvýšeninách nad údolní nivou Moravy. Těmito vyvýšeninami jsou zejména staré říční (tedy fluvialní) akumulací terasy řeky Moravy, v těchto místech navíc překryté váťmi písky.

Nicméně řeka Morava, kterou bereme jako neodmyslitelnou součást zdejší krajiny Dolnomoravského úvalu, tudy však po většinu kvartéru (ten začal před 2,6 miliony let) neprotékala. Protékat tímto územím začala až před 800 tisíci lety, kdy

došlo k tektonickému zdvihu jihozápadní části Vyškovské brány (Minaříková 1982), kudy do té doby tekla a pokračovala do Dyjskosvrateckého úvalu, a naopak k poklesu střední a jižní části Hornomoravského úvalu, kde si našla svoji cestu skrz Napajedelskou bránu do Dolnomoravského úvalu.

Váté písky

Podíváme-li se do geologické mapy (obr. 2), uvidíme, že na pravé straně od údolní nivy Moravy, která je znázorněna modrou barvou, leží rozsáhlá žlutě vybarvená oblast váťých písků, které pokryly zbytky říčních teras, anebo přímo nasedají na třetihorní jíly a pískovce. Tyto váťé písky o mocnosti až 35 metrů (Havlíček 1996) pokrývají rozsáhlou oblast mezi Bzencem a Hodonínem, jejíž severní část je chráněna jako národní přírodní památka Váté písky a rovněž bývá nazývána Moravskou Saharou (obr. 3). To označení je velmi výstižné, neboť se zde (podobně jako v okolí Hodonína) nachází mírně zvlněný reliéf s vyvinutými písečnými dunami. Tvorba dun byla před 20 až 15 tisíci lety natolik intenzivní, že tyto duny měly přehradit tok Moravy a vytvořit mělké jezero s břehovou linií ve výšce 184 m n. m. táhnoucí se od míst, kde leží Hodonín až k Napajedlům (Kadlec a kol. 2015). Přítomnost sedimentů transportovaných větrem ukazuje na další zajímavou etapu vývoje krajiny. Pro to, aby mohly vzniknout písečné duny, bylo nutné, aby větrnému transportu nebránila vegetace. To bylo splněno v dobách ledových (více viz Křížek 2004). Nejenže zdejší průměrná roční teplota vzduchu tehdy byla minimálně o 17 °C níže než dnes, ale ročně zde spadlo jen mezi 100 až 200 mm srážek (Czudek 2005). Dnes by se takovéto území označovalo na základě výše uvedených klimatických charakteristik jako chladná polární poušť. Přesto nelze tvrdit, že tehdejší prostředí bylo přesnou analogií dnešních nejsevernějších

Marek Křížek¹

Tomáš Uxa²

Jan Hošek³

¹ Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, katedra fyzické geografie a geoekologie; marek.krizek@natur.cuni.cz

² Akademie věd ČR, Geofyzikální ústav; uxa@ig.cas.cz

³ Česká geologická služba; Univerzita Karlova, Centrum pro teoretická studia, Přírodovědecká fakulta, Ústav geologie a paleontologie, katedra fyzické geografie a geoekologie; jan.hosek@geology.cz

Poděkování

Studium struktur vázaných na paleopermafrost, včetně stanovení jejich stáří a environmentálního významu je realizováno v rámci projektu Grantové agentury České republiky – Rozšíření, mocnost a vývoj permafrostu ve střední Evropě v pozdním kvartéru (21-23196S).



Obr. 1 Meandry řeky Moravy, které jsou součástí přírodní památky Osypané břehy. Foto: Zbyněk Hruboš / Phoido.com.

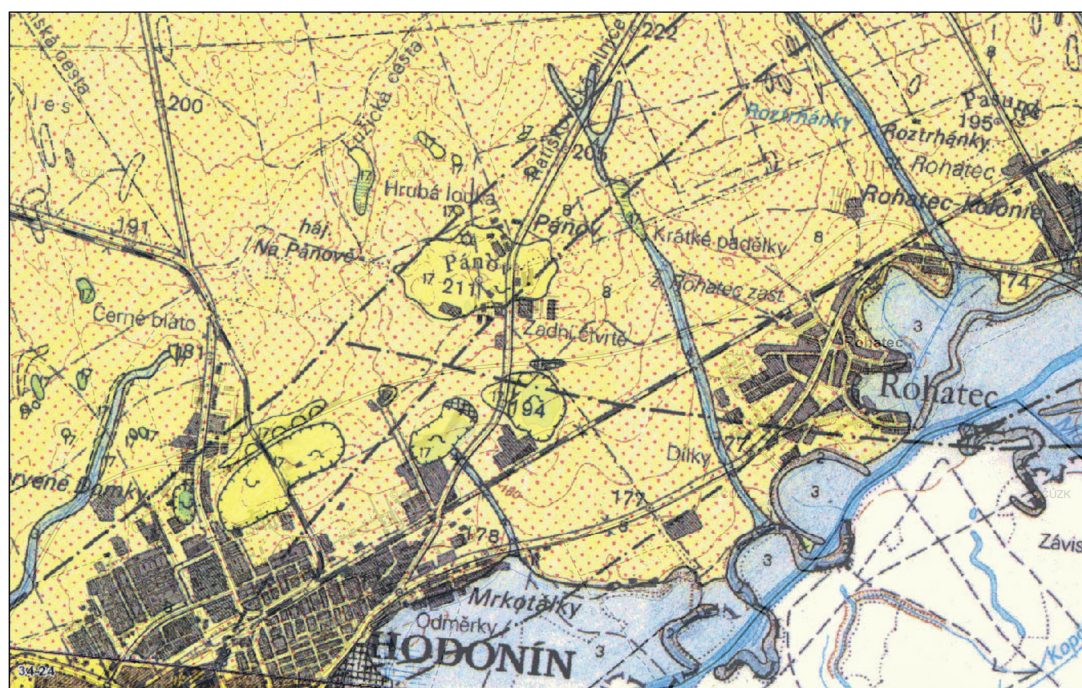
částí severoamerického a euroasijského kontinentu. Rozdíl byl například v tom, že v mírných zeměpisných šířkách docházelo během roku k častějšímu střídání mrznutí a tání vody (tzv. regulaci, viz slovníček), než v současných polárních oblastech. Příčinou četnějších regulačních cyklů bylo to, že slunce vystupuje v mírných šířkách nad obzor celoročně a během dne navíc jeho paprsky dopadají na zemský povrch pod větším úhlem. To vedlo k vyššímu příjmu slunečního záření na jednotku plochy a tím pádem k rychlejšímu ohřevu povrchu. Důsledkem toho byly větší teplotní rozdíly mezi dnem a nocí a tím pádem rozkolísanější

chod teplot povrchu (tj. i častější mrznutí a tání), než je tomu ve vyšších zeměpisných šířkách, kde výška slunce nad obzorem v průběhu dne kolísá mnohem méně a po část roku slunce vůbec nevystupuje nad obzor.

Tvary vázané na permafrost

O působení chladného klimatu poslední doby ledové zůstaly na jižní Moravě, ale i na území celé střední Evropy, četné doklady. Mezi ty nejprezvědčivější a zároveň i plošně nejrozšířenější patří tzv. pseudomorfózy po mrazových klínech (obr. 4). Jde o klínovitá tělesa, která původně vznikla

Obr. 2 Geologická situace severního okolí Hodonína. Modrá barva znázorňuje rozsah údolní nivy Moravy a žlutá barva představuje pokryv vátých písků, z nichž vystupují ostrůvky třetihorních prachovců, písků a jílu (zelená barva). Zdroj: mapový server České geologické služby (mapy.geology.cz/geocr50).



5. dubna 2022

0 0,35 0,7 1,05 1,4 km



© Česká geologická služba

v permafrostu tepelným smršťováním (neboli kontrakcí), při kterém promrzlý povrch ztratil svoji plastičnost a pukl. Puklina pak byla vyplněna ledem za vzniku ledových klínů, anebo vyhojena písčítým sedimentem za vzniku písčitých klínů. Vývoj obou variet byl založen na periodickém zimním pukání a letním vyplňováním sedimenty a vodou, která pak při zimní přeměně v led zvětšovala svůj objem a původní puklinu opakovaně rozšiřovala. Při degradaci permafrostu pak mrazové klíny prodělaly druhotnou přeměnu, proto se mluví o jejich pseudomorfózách. Led z mrazových klínů odtál a do puklin se dostaly sedimenty z okolí klínů.

Na základě výskytu pozůstatků po mrazových klínech lze zpětně odvodit specifické klimatické a další podmínky umožňující jejich vznik. Těmito podmínkami byly existence permafrostu, průměrná roční teplota vzduchu nižší než -4°C , průměrná teplota vzduchu nejchladnějšího měsíce mezi -15 a -20°C a zejména razantní a náhlé poklesy teplot v zimních měsících (alespoň o 10 až 20°C za den). Nacházíme-li tedy tyto formy v podobě pseudomorfóz na našem území, znamená to, že zde během i tak velmi chladných zim muselo docházet ještě k četným vpádům polárního vzduchu a rychlým poklesům teplot.

Následně při degradaci permafrostu spojené s celkovým oteplením byla puklina po ledovém klínu vyhojena okolními či větrem navátými sedimenty, čímž vznikla výsledná pseudomorfóza ledového klínu. Z dochovaných reliktů tehdejší činné vrstvy (viz slovníček – permafrost) lze vypočítat, že průměrná roční teplota vzduchu se na jižní Moravě pohybovala od $-6,6 (\pm 2,7)^{\circ}\text{C}$ do $-3,3 (\pm 2,0)^{\circ}\text{C}$, průměrná teplota vzduchu nejteplejšího měsíce dosahovala od $8,4 (\pm 1,9)^{\circ}\text{C}$ do $10,1 (\pm 2,6)^{\circ}\text{C}$ a průměrná teplota vzduchu nejchladnějšího měsíce byla $-23,2 (\pm 3,2)^{\circ}\text{C}$ až $-15,0 (\pm 2,6)^{\circ}\text{C}$ (Uxa a kol. 2021).

Degradaci permafrostu dokládá téměř 200 forem kruhového půdorysu (obr. 5) nalezených ve vátých píscích Hodonínské Dúbravy, jež mají po obvodu 1–4 metry vysoké valy se strmějšími svahy orientovanými do středu deprese. V centrálních částech těchto kruhových depresí je mocnost vátých písků značně redukována, případně zcela chybí a na povrch vystupují podložní jílovito-písčité sedimenty, které bývají často zamokřené. Výkopovými pracemi se podařilo získat z několika těchto kruhových struktur velké množství úlomků hornin s hladkým patinovaným medově hnědým povlakem, který v sobě uzavřel pylová zrna, ale i zbytky dřev, jejichž stáří je 16,5 tisíce let (Hošek a kol. 2020). Na základě morfologické podobnosti a vnitřní stavby valů se lze domnívat, že jde o relikt po takzvaných pingách, které známe i ze současných polárních oblastí. Pinga jsou kupovitá

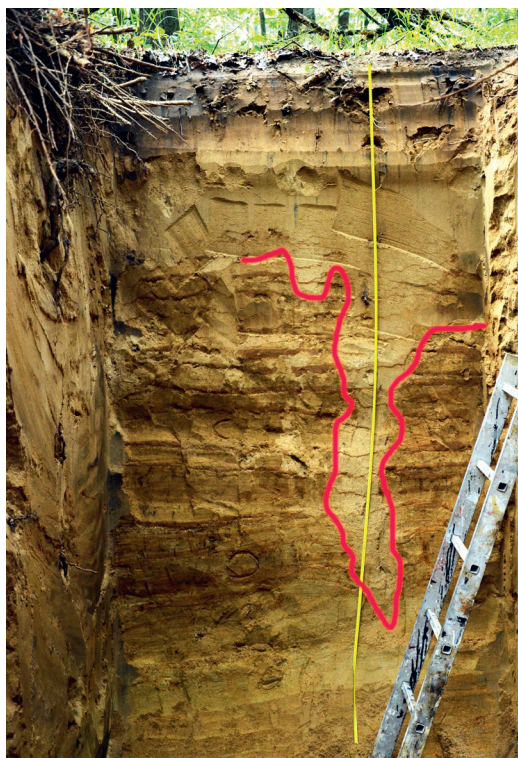


tělesa, která mají uvnitř ledové jádro. Toto jádro se po degradaci pinga zhroutí a po pingu zůstane jen kruhový val s centrální prohlubní.

Závěr

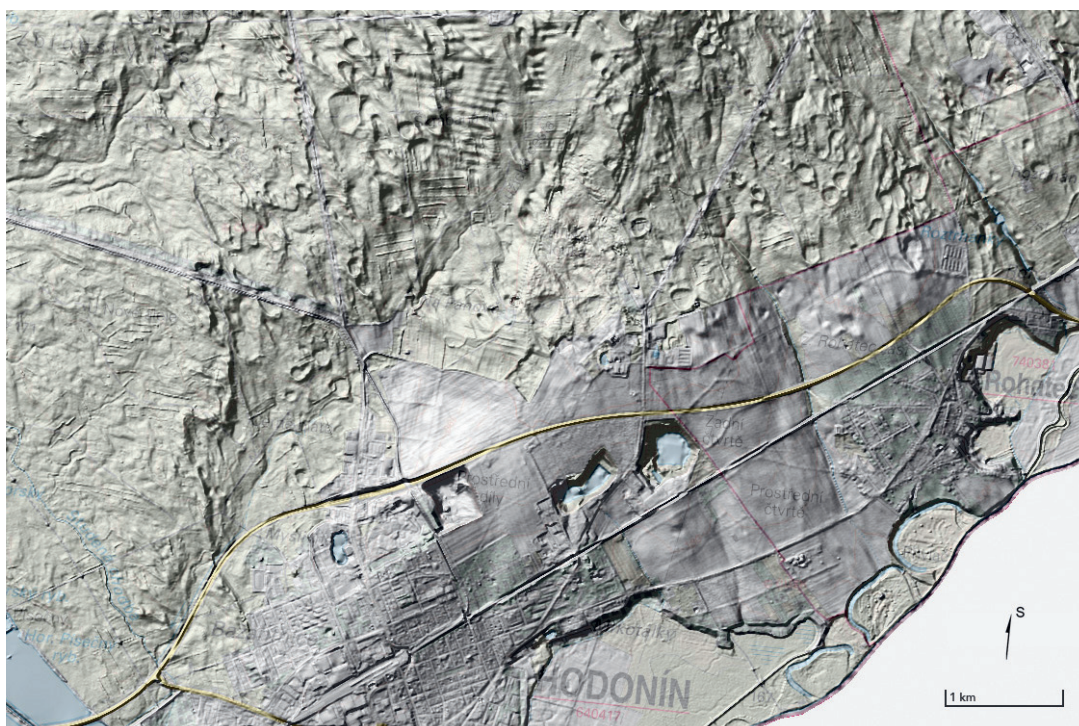
Současný reliéf v okolí Hodonína nám ve srovnání s horskými oblastmi možná přijde málo dramatický, avšak ukrývá v sobě svědectví významných kvartérních událostí v podobě: a) tektonických pohybů, které způsobily změny říční sítě a odtokových podmínek na jižní Moravě, ale i aktivitu vyvěrajících pramenů, a byly pravděpodobně

Obr. 3 Váté písky, tedy sedimenty eolického původu, v pískovně u Bzence mají v oblasti tzv. Moravské Sahary mocnost až 35 m. Moravská Sahara je v užším slova smyslu jiné pojmenování území národní přírodní památky Váté písky (jméno rezervace bylo převzato od názvu sedimentů), které představuje jen úzký pruh vedoucí podél železniční trati mezi stanicemi Bzenec-přívóz a Rohatec. V širším pojetí Moravská Sahara označuje území mezi Bzencem a Ratíškovicemi, které tak bylo pojmenováno podle písčiny přesypů, které byly odkryty po rozsáhlém odlesnění na přelomu 18. a 19. století.
Foto: Marek Křížek.



Obr. 4 Pseudomorfóza mrazového klínu zastižená v kopaném profilu skrz kruhovou strukturu – potenciální pingo v Hodonínské Dúbravě.
Foto: Marek Křížek.

Obr. 5 Kruhové struktury (relikty potenciálních ping) severně od Hodonína zachycené na digitálním modelu reliéfu páte gene-race (Zabaged, DMR 5G, ČÚZK, ags.cuzk.cz/av), s jehož pomocí byly odha-lený. Žebrovitá struktura, patrná zejména v severní části snímku, představuje pokleslý reliéf nad bývalými štolami, kde se dobýval lignit. V terénu si těchto poklesů, zachycených v digitálním modelu, člověk běžně ani nevšimne.



Abstract

Freezing Hodonín area.

The article deals with the development of the natural environment of South Moravia during the Last Glacial Period, when the key components of today's landscape were formed. Based on a palaeogeographical reconstruction, the article demonstrates how the climate has changed during the Quaternary. It demonstrates how the climatic and environmental characteristics of the ice ages can be deduced from the landforms.

doprovázeny zemětřesnou činností; b) klimatických změn, které se během posledních 115 tisíc let udály a způsobily přechod od chladné a mrazivé stepi až pouště s významnou činností větru a průměrnou roční teplotou vzduchu kolem -7°C po současnou zemědělsky intenzivně využívanou oblast s průměrnou roční teplotou vzduchu $+9,5^{\circ}\text{C}$. Hodonínsko je díky svým sedimentům a formám vzniklým v dobách ledových a uchovaných do současnosti významnou oblastí

pro poznání a pochopení podmínek panujících v chladných obdobích pleistocénu nejen u nás, ale i v rámci Evropy. Pokud se navíc podaří stanovit fáze vývoje čtvrtohorního permafrostu a potvrdí původ oněch unikátních kruhových struktur, bude to mít vliv na pochopení složitých a výrazných změn klimatu a přírodního prostředí během doby, v níž žil a vyvíjel se lidský rod.

Literatura a zdroje dat

- CZUDEK, T. (2005): Vývoj reliéfu krajiny České republiky v kvartéru. Moravské zemské muzeum, Brno.
- FRENCH, H. M. (2018): The periglacial environment. John Wiley & Sons, Chichester.
- HARRIS, S. A., BROUCHKOV, A., GUODONG, CH. (2018): Geocryology. Taylor & Francis, Londýn.
- HAVLÍČEK, P. (1996): Kvartérní sedimenty na listu Hodonín. Zprávy o geologických výzkumech v roce 1995. 29, ČGS, 76–77.
- HOŠEK, J., RADOMĚŘSKÝ, T., KRÍŽEK, M. (2020): Pozdně glaciální termokrasové jevy na severním okraji vídeňské pánve. Geoscience Research Reports, 53(1), 65–72.
- KADLEC, J. a kol. (2015): Response of fluvial, Aeolian and lacustrine systems to late Pleistocene to Holocene climate change, Lower Moravian Basin, Czech Republic. Geomorphology, 232, 193–208.
- KRÍŽEK, M. (2004): Pohyby Země a klima. Geografické rozhledy. 14(2), 30–31.
- MINAŘÍKOVÁ, D. (1982): Petrologie kvartérních sedimentů severní části Dolnomoravského úvalu, Antropozoikum, 14, 95–126.
- UXA, T., KRÍŽEK, M., HRBÁČEK, F. (2021): PERICLIMv1.0: a model deriving palaeo-air temperatures from thaw depth in past permafrost regions. Geoscientific Model Development, 14, 1865–1884.

Slovníček

Fluviální akumulační terasa – je bývalá údolní niva, do které se řeka postupně zahlubovala, aby vytvořila novou, nižší úroveň údolního dna. Fluviální akumulační terasy často vytvářejí systémy visutých plošin nad údolním dnem, které jsou pokryté fluviálními písky, štěrky a valouny, jež zde v geologické minulosti uložila řeka. Toto zahlabování řeky do vlastních naplavenin může být způsobeno celou řadou příčin. Hlavními a nejčastějšími bývá tektonický zdvih území, kterým řeka protéká, změna klimatu a změna polohy ústí daného vodního toku.

Permafrost – část zemské kůry, jejíž teplota je alespoň dva po sobě následující roky nižší než 0°C (např. Harris a kol. 2018). Některé definice (např. French 2018) mají onu ostrou nerovnost nahrazenou neostrou – do permafrostu zahrnují i horniny a zeminy o teplotě 0°C . V nadloží permafrostu bývá vyvinuta tzv. činná vrstva, která na rozdíl od permafrostu během krátkého léta taje. Činná vrstva není součástí horních vrstev permafrostu.

Regelace – je střídání mrznutí vody a tání ledu. Při fázové změně skupenství z kapalně vody na led dochází ke zvětšení objemu o 9 %, což vyvolává tlak na okolní horniny, který může dosáhnout až $2\,100\,\text{kg}/\text{cm}^2$ při -22°C , přičemž dle Frenche (2018) už jedné desetině tohoto tlaku neodolá žádná hornina.

Údolní niva – je akumulační rovina podél vodního toku, která je tvořena fluviálními (říčními) sedimenty, přičemž při povodních bývá zpravidla částečně či celá zaplavována. Bez záplav by údolní niva nevznikla.



Jižní Morava

Jižní Morava jako „ta pravá Morava“?

Tornádo na jižní Moravě

Brno jako živá učebnice geografie

5

Tento soubor (článek) je vlastnictvím časopisu Geografické rozhledy a podléhá právní ochraně. ■ Vydavatel i nakladatel časopisu si vyhrazují právo článek zveřejňovat na webových stránkách a sociálních sítích časopisu za účelem propagace časopisu. ■ Dílo není určeno ke komerčnímu využití. Smí se šířit, pokud jsou korektně uvedeny údaje o autorovi, článku a jako zdroj citován časopis Geografické rozhledy.