

ÚSTAV GEOLOGICKÝCH VĚD PŘF MASARYKOVY UNIVERZITY



PRACOVNÍ LISTY

Geologie a paleontologie boskovické brázdy

Tomáš Kumpan, Pavel Barták, David Krejčíř, Tereza Malá, Aleš Plichta

Grafika: Tomáš Komáček

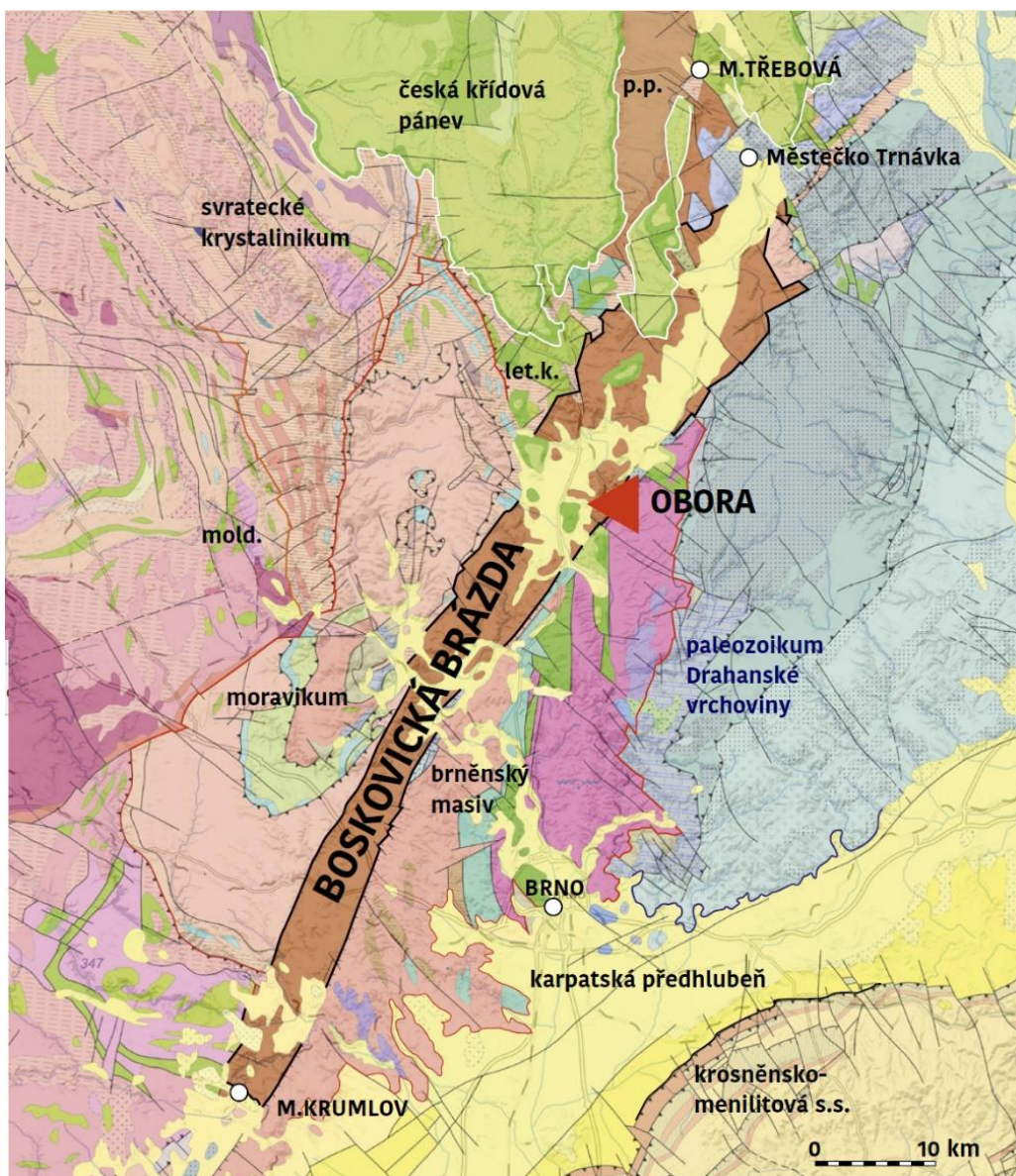
Výstup projektu Fondu Rozvoje Masarykovy univerzity „Vytvoření terénní laboratoře pro inovaci praktické výuky paleontologie“ v roce 2020.

Vytvoření terénní laboratoře pro inovaci výuky paleontologie

Pracovní listy

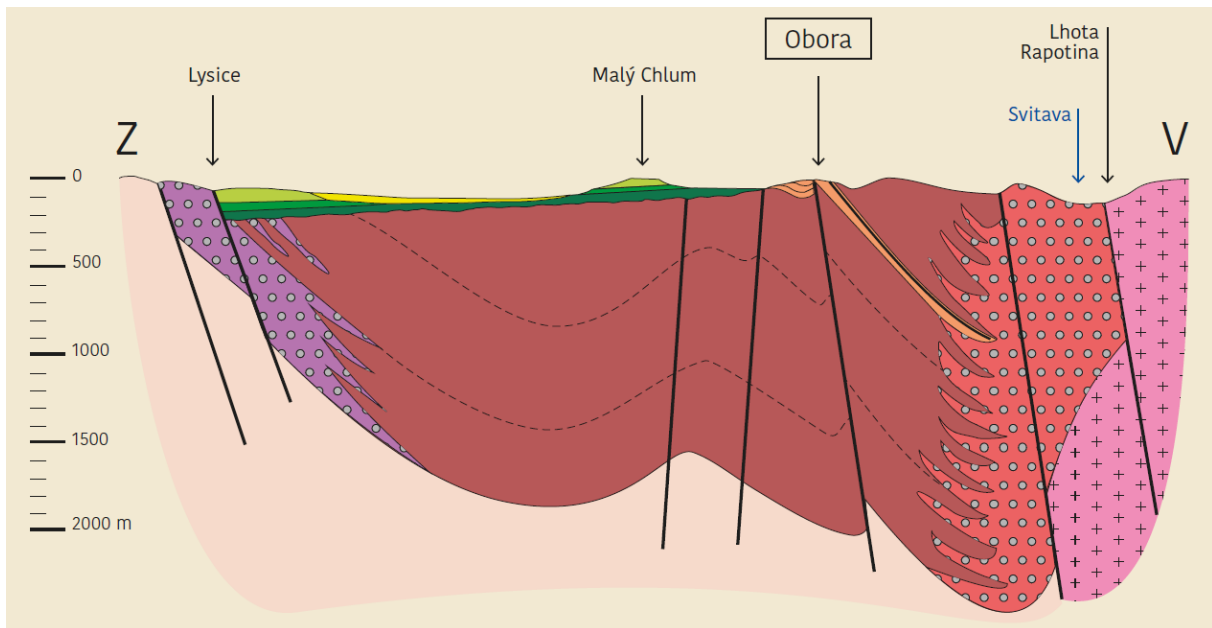
1. Geologie boskovické brázdy

Boskovická brázda je 2 až 10 km široká struktura, která se táhne v délce 95 km od Městečka Trnávka na jihozápad k Moravskému Krumlovu (Obr. 1). Jedná se o pánev, která byla vnitrohorským údolím, vyplňovaným kontinentálními sedimenty v pozdním karbonu a raném permu. Asymetrická příkopová propadlina vznikla na konci variské orogeneze při gravitačním kolapsu vyvrásněného horstva.



OBRÁZEK 1. Výřez z geologické mapy s vyznačenou polohou boskovické brázdy a geologickými jednotkami v jejím okolí. Zkratky: molda. – moladnubikum; let. k. – letovické krystalinikum, p. p. – poorlická pánev, krosněnsko-menilitová s. s. – krosněnsko-menilitová skupina příkrovů. Zdroj upraveného výřezu mapy a její legendy: Geologická mapa 1 : 500 000. In: Geovědní mapy 1 : 500 000 [online]. Praha: Česká geologická služba [cit. 2020-10-04]. www.mapy.geology.cz.

Výplň pánve leží na krystalinických horninách moravika a letovického krystalinika, které s ní hraničí na jejím západním okraji. Z východu je pánev omezena okrajovým zlomem boskovické brázdy, který ji dělí od neoproterozoického brněnského masivu a jeho paleozoického pokryvu (Obr. 1 a 2).

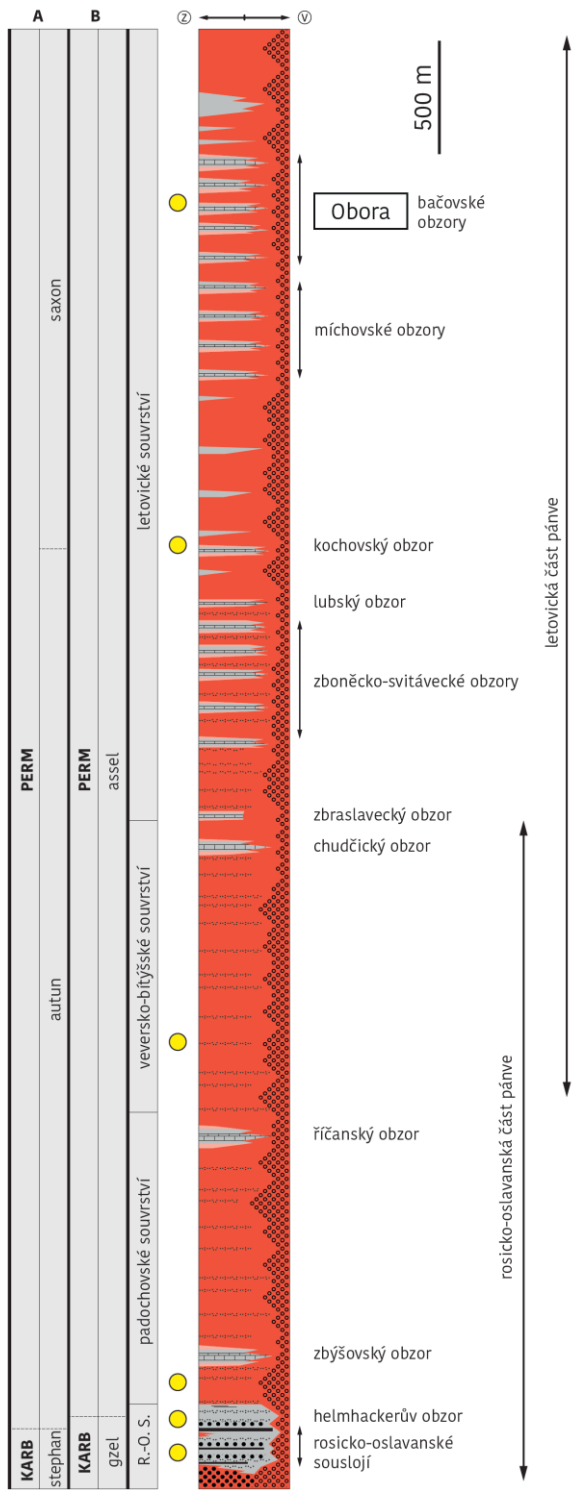


Obrázek 2 Idealizovaný geologický řez přes boskovickou brázdou, vedený mezi Lhotou Rapotína a Lysicemi. Upraveno podle Jaroše (1962) a Vachtla (1968).

Nejstarší horniny nacházíme v jižní, rosicko-oslavanské části, nejmladší jsou v severní, letovické části. Na západním okraji pánve vystupují balínské slepence a na východním okraji slepence rokytenské (Obr. 2 a 3). Vnitřní část pánve tvoří především arkózové pískovce, pískovce, prachovce a kalovce, které se střídají v červených a šedých souborech a jsou rozdělené do čtyř souvrství (Obr. 3). Vzácně se vyskytují tělesa kyselých žilných hornin a vulkanoklastik. V šedých karbonských intervalech rosicko-oslavanské části jsou významné uhelné sloje. V převážně červených permských horninách letovické části se nacházejí četné šedé intervaly s jílovými vápenci (tzv. pelokarbonátové obzory) (Obr. 3). Na lokalitě Obora jsou odkryté šedé a hnědavé jílovce, prachovce a poloha bitumenního vápence, které náležejí bačovským obzorům.

Po ukončení permské sedimentace docházelo k erozi výplně pánve. Zároveň ale zbytky pánve zaklesávaly, díky čemuž se zachovala velká část její výplně dodnes. S úhlovou diskordancí se na prvohorní horniny boskovické brázdy usadily horniny svrchní křídly. Nejprve sladkovodní pískovce se slojkami uhlí a jílovců, které byly v okolí Obory těženy, později mořské pískovce a slínovce, které tvoří svědecké vrchy Malý a Velký Chlum (Obr. 2).

Další sedimenty leží s úhlovou diskordancí na křídových horninách a náležejí již kenozoiku. Jedná se o mořské neogenní vápnité jíly (tégly) a písky (Obr. 2). Nejmladšími sedimenty jsou pleistocenní spraše a sprašové hlíny, které během glaciálů pokryly značnou část zájmového území.

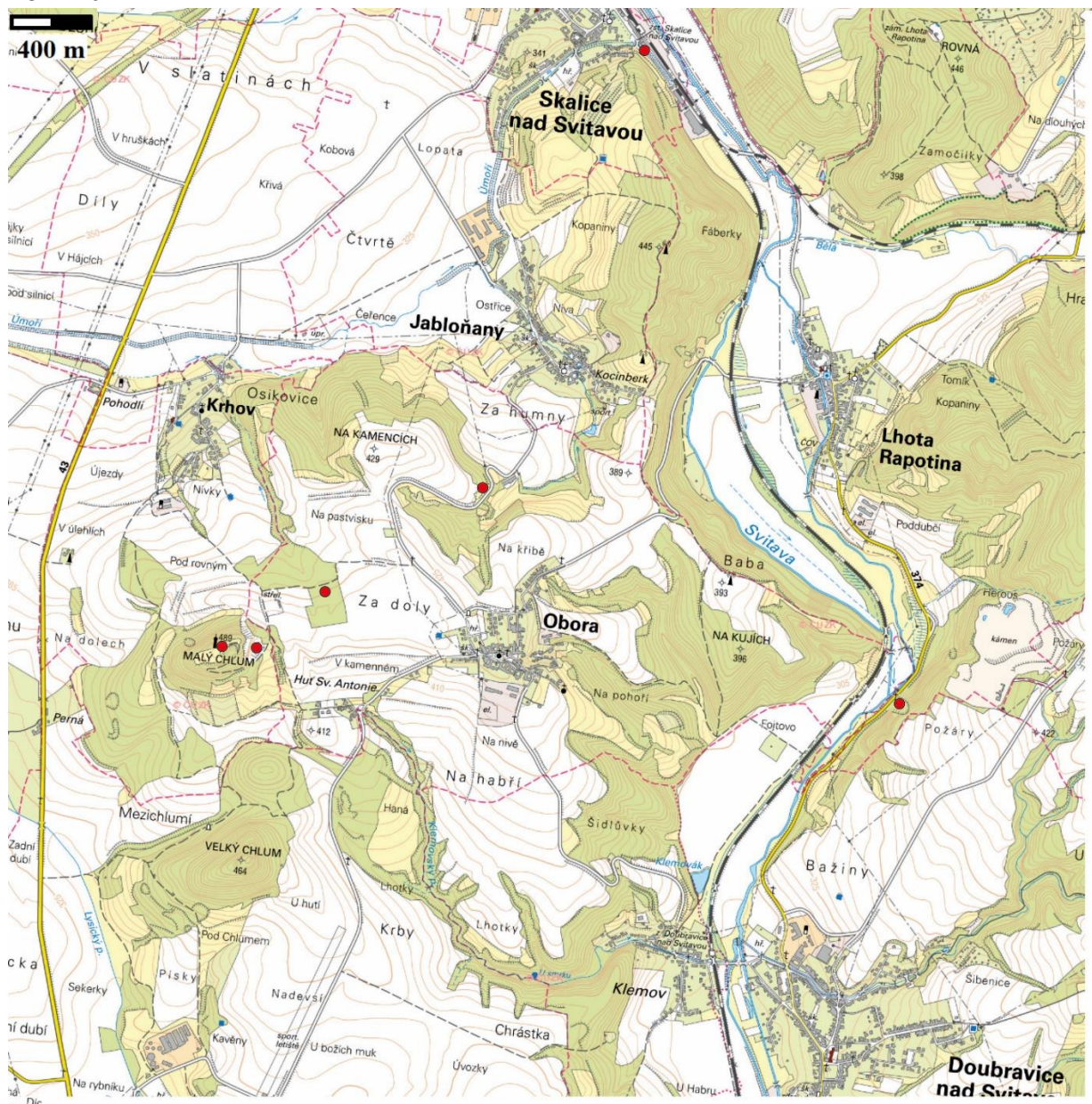


Obrázek 3 Litostratigrafické schéma karbonu a permu boskovické brázdy. Upraveno podle Opluštila et al. (2017). Chronostratigrafický sloupec A podle Peška et al. (2001), sloupec B podle Opluštila et al. (2017). Podle Šimůnka & Martínka (2009) a Schneidera & Werneburga (2012) zasahuje nejvyšší letovické souvrství až do stupňů sakmar a artinsk.

	žilné, vulkanické a vulkanoklastické horniny
	rokytenské slepence
	arkózové pískovce
	převážně kalovce - červené/šedé s uhlím
	balínské slepence
	jezerní kalovce a vápence
	převažující barva - šedá/střídající se/červená

ÚKOL

S geologií boskovické brázdy se nejlépe seznámíme, vydáme-li se na túru, kterou začneme z vlakového nádraží ve Skalici nad Svitavou a ukončíme ji v Lysicích, na zastávce autobusu. Při této zhruba dvanáctikilometrové cestě překleneme boskovickou brázdou od jejího východního okraje až k okraji západnímu a setkáme se se všemi hlavními typy hornin, které budují samotnou prvohorní pánev, tak její bezprostřední okolí. V mapě je vyznačena naše trasa a místa s nejlepšími odkryvy podloží. Vaším úkolem bude tato místa pečlivě zdokumentovat. Popsat zde základní petrografické charakteristiky odkrytých hornin a přiřadit je ke správné geologické jednotce. Na cestě jich je celá řada, od brněnského masivu, přes svrchní paleozoikum boskovické brázdy, českou křídovou pánev, karpatskou předhlubeň a moravikum. Mějte však oči otevřené i mimo vyznačená místa. Všimněte si změn hornin po cestě. V cestách, úlocích na polích, vývratech stromů, zářezích potoků, ve svazích. Všude tam, kde horniny vystupují. Zakreslujte si do mapy všechny výskyty hornin, všimněte si geomorfologie terénu a jeho vztahu k podložním horninám.

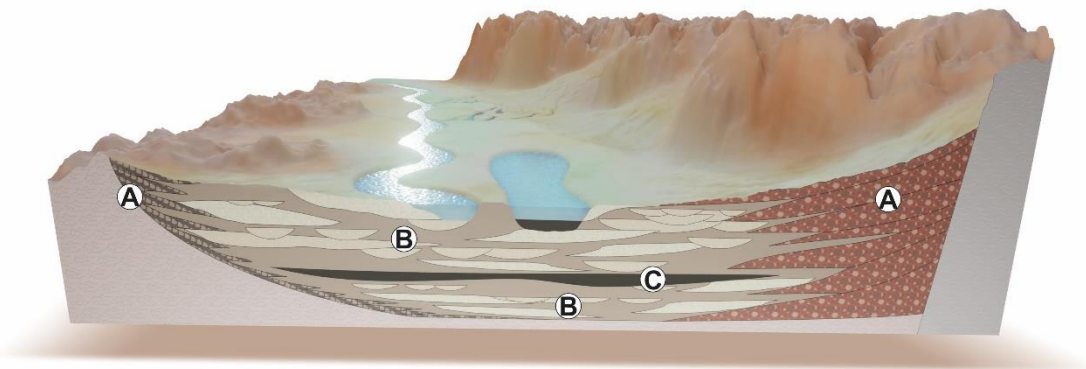


2. Sedimenty boskovické brázdy

Boskovická brázda v permu

V pozdním karbonu a raném permu probíhala nejdelší a nejrozsáhlejší fanerozoická doba ledová a vznikala superkontinent Pangea. Boskovická brázda se nacházela v tropických až subtropických šířkách a její sedimenty zachycují jak dramatické změny podnebí, tak i vrcholící horotvorné procesy variského vrásnění. Humidní klima typické pro karbon se na jeho konci a dále v permu stávalo sušším. Aridní období byla cyklicky přerušována periodami zvýšené vlhkosti se značným vegetačním rozvojem. Tyto klimatické výkyvy jsou zaznamenány ve vývoji vnitropánevních facií boskovické brázdy. V permu převládají červené fluviální sedimenty suchých období, které se střídají s méně mocnými sledy šedých jezerních sedimentů humidnějších období. Tektonický neklid spojený s rozpadem vyvrásněného variského horstva a zaklesáváním asymetrické příkopové pánve dokládají mocné uložení aluviálních vějířů při východním okraji pánve.

Permské horniny boskovické brázdy lze rozdělit podle prostředí vzniku na aluviální, fluviální (říční) a limnické (jezerní). V řezu pánví na obrázku níže je vyobrazeno jejich rozšíření a vzájemné vztahy (řez je velmi zjednodušený a převýšený).



A - ALUVIÁLNÍ SEDIMENTY

Špatně vytríděné uložení, které prošly krátkým a rychlým transportem z prudkých svahů pohoří do vějířů nebo planin při úpatí hor. Na východním okraji boskovické brázdy takto vznikaly rokytenské slepence. Ty se zde usazovaly po celou dobu vyplňování pánve, při jejím zaklesávání podél zlomu. Aluviální sedimenty západního okraje pánve, který nebyl tektonicky omezený, jsou balínské slepence.

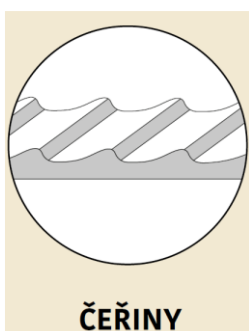
B - FLUVIÁLNÍ SEDIMENTY

Ve středu boskovické pánve převažují sledy červených pískovců, prachovců a kalovců uložených centrální meandrující řekou a divočícími řekami. V říčních korytech docházelo především k ukládání těles pískovců, zatímco mimo koryta se na záplavových plošinách usazovaly pískovce, prachovce a kalovce.

C - JEZERNÍ SEDIMENTY

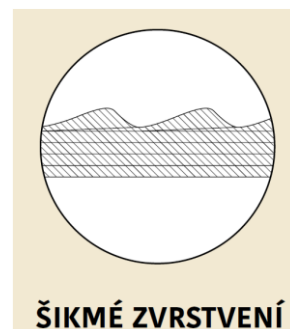
Tělesa šedých jezerních uloženin mají mocnost v prvních metrech až desítkách metrů. Jedná se o kalovce, prachovce, pískovce, a také jílovité vápence, pelokarbonáty, které jsou silně bitumenní. Pelokarbonáty a jílovce obsahují místy velmi hojné a dobře zachovalé fosilie permských rostlin, ryb, čtvernožců a hmyzu, kterými je lokalita Obora proslulá.

Velmi důležitým znakem sedimentů je textura, tedy vnější stavba nebo také makrostavba. Zde je několik příkladů velmi běžných textur. Ne všechny zmíněné nalezneme na Oboře, ovšem na jiných lokalitách boskovické brázdy ano.



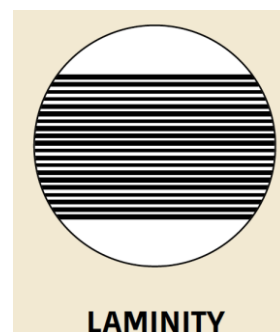
Čejiny vznikají erozní a depoziční činností proudící vody nebo větru. Méně prudký hřbet čejiny je prouděním erodován, zatímco uvolněné částice se znovu usazují na strmějším čejinovém svahu. Čejina je tak neustále v pohybu souhlasně se směrem proudění, který tak lze rekonstruovat.

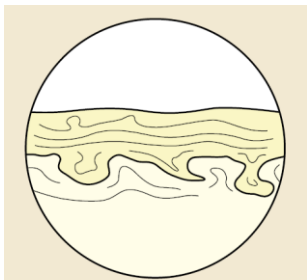
Šikmé zvrstvení je zobrazením čejin v příčném řezu, tedy kolmo k průběhu vrstvy. Rozlišujeme dva typy šikmého zvrstvení – planární a výmolové. Oba typy jsou utvářeny proudy jak divočicích, tak meandrujících řek. Šikmé zvrstvení větších velikosti vzniká ve větších objektech, v dunách.



Tyto textury jsou indikátory vymoření sedimentu z vody. Jíly, dříve nasycené vodou, jsou v suchém prostředí vysoušeny, přičemž ztráta vlhkosti způsobuje zmenšení jejich objemu. Důsledkem je smrštění jílu a utvoření mělkých prasklin vymezujících nedokonalé polygonální tvary.

Laminit je sedimentární hornina tvořená velmi tenkými vrstvičkami s mocností v řádu milimetrů – laminami. Laminity běžně vznikají při pomalé sedimentaci v málo prokysličeném prostředí, například na dnech jezer, kde se sezónně střídá usazování jílu a prachu. Můžou vznikat také činností mikroobů.





VTISKOVÉ TEXTURY

Jedná se o boulovité textury na vrstevních plochách vznikající velmi krátce po uložení sedimentu. Pokud je na vodou nasáklý, plastičtější materiál uložen sediment s výrazně vyšší hustotou, stává se vrstva měkčího sedimentu nestabilní a dochází k zabořování těžšího materiálu.

ÚKOL

Projděte si celou lokalitu a zaznamenejte všechna místa, kde jsou odkryté horniny. Dokumentujte základní strukturní charakteristiky (např. sklon a azimut vrstev), změřte mocnost odkrytých hornin. Podrobně prostudujte odkrytý sled vrstvy za vrstvou a zaznamenávejte v příloženém formuláři litologii, barvu, struktury a textury každé z nich. Na základě získaných petrografických údajů zkuste v odkrytém sledu vyčlenit dvě litologicky odlišné jednotky (části vrstevního sledu).

Zde je příklad způsobu dokumentace v příloženém formuláři:

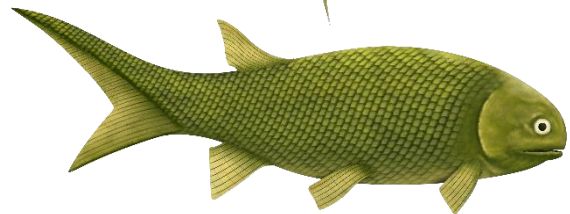
Lokalita: Příkladová 49°11'43N 16°36'30"E		Stratigrafie: leťovické souvrství		Vyhotovil: XXX		Datum			
Vyška od báze	Mocnost	Číslo vrstvy	Litologie	Struktura (texture)		Textury (structures)	Fosilie	Barva	Poznámky
				ílil/ovec kal/ovec prach/ovec	písek/ pískovec				
80	5	5					Walchia	černá	
78	4	4				↑		světlá seda	
60	25	3					rostlinný deřit	tmavě seda	
40	10	2						světlá seda	Fe oxyhydroxid
20	20	1					Walchia rostlinný deřit	černá	
0									

3. Paleontologický obsah vrstev

Permští obratlovci

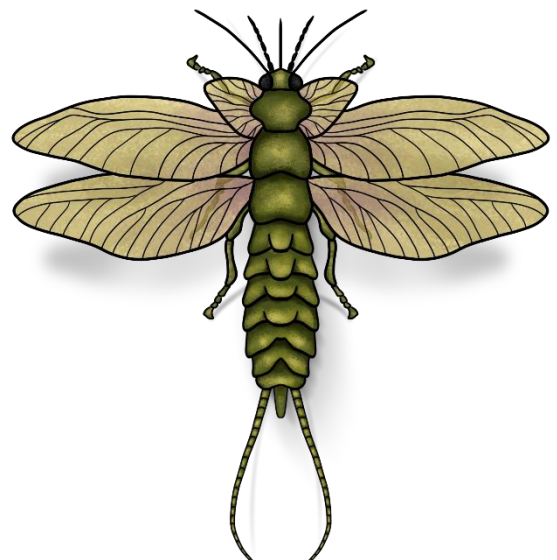
V šedých pelokarbonátových obzorech boskovické brázdy byla nalezena řada fosilií permských sladkovodních obratlovců. Patří mezi ně paprskoploutvé ryby ze skupiny Amblypteridae, které jsou jednou z nejhojnějších složek raně permských společenstev jezerních pánví střední a západní Evropy. Z bačovského obzoru lokality Obora jsou doloženy četnými nálezy rodu *Paramblypterus*. Zuhelnatělé zbytky těchto ryb se špatně zřetelnými lebečními kostmi nedovolují jejich přesnější druhové zařazení.

Podstatně méně časté jsou v boskovické brázdě nálezy sladkovodních žraloků ze skupiny Xenacanthidae. První objev nekompletního exempláře druhu *Xenacanthus decheni* byl poblíž lokality Obora učiněn v 60. letech minulého století. Navzdory jejich sporadickému výskytu je však zřejmé, že tito predátoři představovali důležitou složku raně permských jezerních ekosystémů. Z permských čtvernožců je z boskovické brázdy nejlépe známý obojživelník druhu *Discosauriscus austriacus*, který je na lokalitě Obora reprezentován četnými karbonizovanými kosterními pozůstatky. Na základě lépe zachovalých jedinců z jiných lokalit boskovické brázdy bylo možné detailně popsat jeho ontogenetický vývoj.



Permský hmyz

Lokalita Obora je světově jedinečná z pohledu paleoentomologie, a to díky nálezům diverzifikovaných společenstev fosilního raně permského hmyzu. Poskytuje tak vzácný pohled na rané období evoluce hmyzu, které v karbonu a permu bouřlivě probíhalo. Zkameněliny hmyzu se zde nacházejí ve třech prachovcových a jílovcových vrstvách žluté a šedé barvy. Tyto vrstvy byly zastiženy na bázi hlavního profilu, a stejně jako všechny ostatní vrstvy na lokalitě, byly uloženy v jezerním prostředí a patří k bačovskému obzoru. Na základě uspořádání žilnatiny křídel bylo z lokality určeno velké množství skupin fosilního hmyzu. Jedná se



například o řády Blattodea (švábi), Coleoptera (brouci), Ephemeroptera (jepice), Grylloblattodea (cvrčkovci), Mecoptera (srpice), a křídla podobná dnešním pisivkám (Psocoptera). Všechny výše zmíněné skupiny mají v dnešní době žijící příbuzné. Z vymřelých skupin byly z Obory popsáni zástupci řádů Diaphanopteroidea, Miomoptera, Paleodictyopteroidea, nebo Protorthoptera. Paleoentomologické výzkumy na lokalitě Obora započaly koncem 50. let minulého století a intenzivně probíhaly do konce šedesátých let pod odborným vedením dr. Jarmily Kukalové-Peck. V 80. letech navázal na tyto výzkumy prof. Joerg W. Schneider a po roce 2000 se problematikou fosilního hmyzu zabýval dr. Ondřej Dostál a dr. Jakub Prokop. Z lokality pochází více jak 100 typových exemplářů taxonů permského hmyzu.

Permská flóra

Vlivem nástupu aridních podmínek na hranici mezi karbonem a permem zmizela typická mokřadní společenstva plavuní (Lycopsida), většina stromovitých kapradin (Polypodiopsida) a přesliček (Equisetopsida), hojných v uhlonosném karbonu jižní části boskovické brázdy. V permu se tak rozvíjela společenstva suchomilných rostlin, především primitivních jehličnanů a kaprad'osemenných rostlin. Nálezy zkamenělých rostlin jsou v červených sedimentech aridního prostředí, které v permské výplni boskovické brázdy převládají, poměrně vzácné a špatně zachovalé. Dobrými archivy permské flóry jsou však šedé jezerní obzory, kde jsou zkameněliny rostlin hojné a dobře zachovalé.

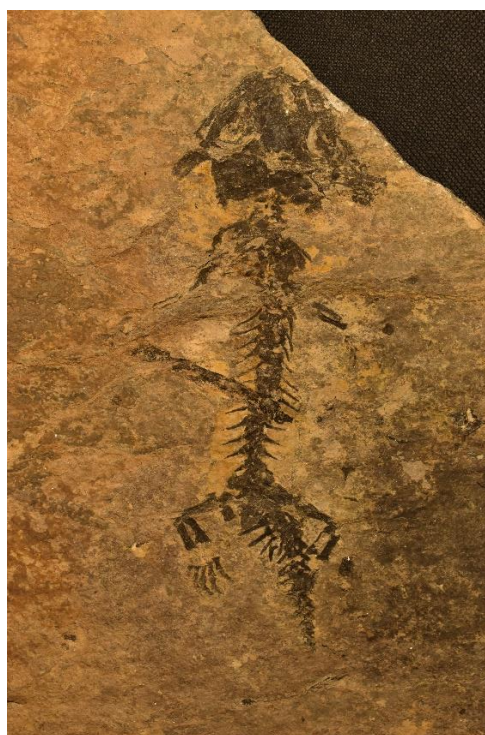


V bačovském obzoru letovického souvrství jsou na lokalitě Obora zkameněliny rostlin hojné ve dvou úrovních. První úroveň jsou jílovce s nálezy hmyzu, ve kterých převládají jehličnany rodu *Walchia*, díky kterým byly tyto jílovce označovány jako „walchiové lupky“. Dále jsou zkameněliny rostlin hojné ve vrstvách pelokarbonátů, kde se nacházejí společně s obratlovci.

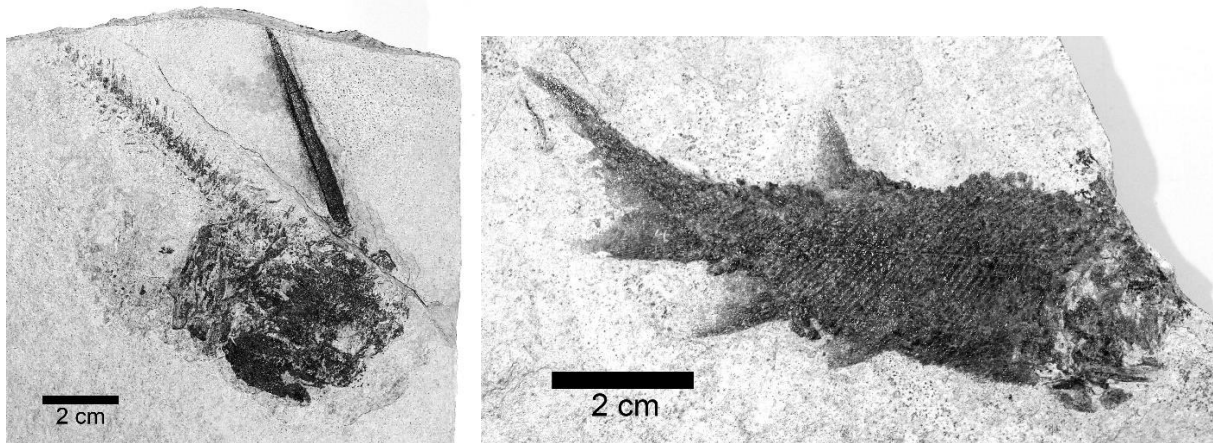
ÚKOL

Prostudujte úlomky hornin vykopaných při výzkumných pracích a hledejte v nich fosilie. Často jsou usazené horniny a zkameněliny v nich usměrněné díky proudění při jejich usazování nebo kopírováním dna při vypadávání materiálu ze suspenze. Zkameněliny tak často leží na původně horizontální ploše dna, na kterém se usazovaly. Mořské nebo jezerní dno se postupně zanášelo a mladší dna překrývala starší a postupně vznikalo zvrstvení nebo vrstevní plochy. Z toho důvodu hledáme nejnáze zkameněliny v horninách ve směru vrstevnatosti. Detailně prohledávejte povrchy úlomků a ty úlomky, u kterých je to možné, se pokuste rozdělovat ve směru zvrstvení. Kde horninou prochází vrstevnatost a kde úlomek rozštípnout kladivem nebo sekáčem napoví například destičkovitý tvar úlomku, nebo drobné změny litologie, málo mocné vrstvičky, gradace nebo fosilie. Mnohdy je oddělení po vrstvě obtížné, například kvůli kliváži, jejíž odlučné plochy jsou mnohem výraznější než plochy vrstevnatosti. Úlomek se tak fragmentuje přednostně podél kliváže, která může mít zcela jiný směr než původní zvrstvení.

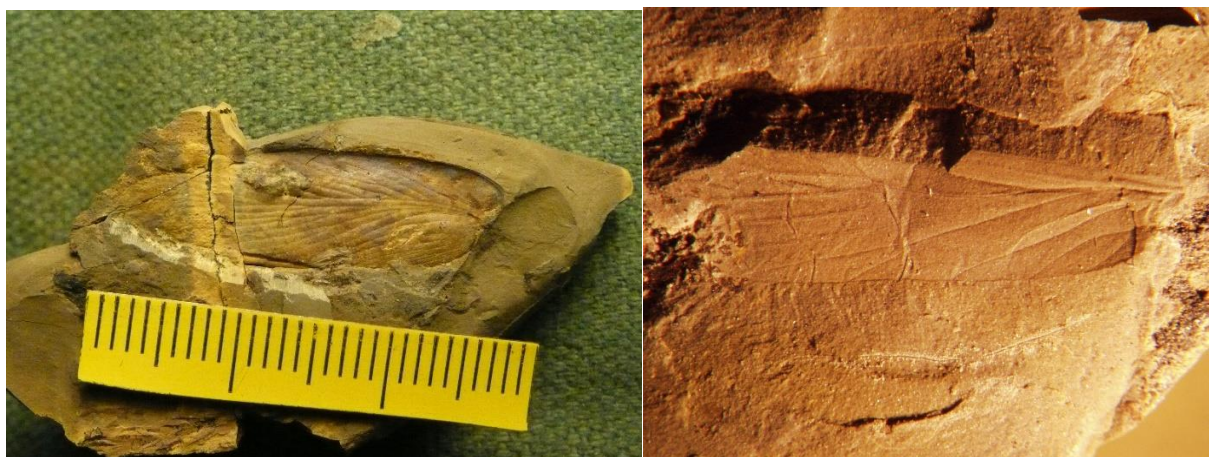
Nalezené zkameněliny se pokuste determinovat na základě vašich znalostí z předmětu Paleontologie a za pomoci přiložených fototabulí. Zkameněliny zdokumentujte (náčrtek a fotodokumentace – nezapomeňte na měřítko!) a vytvořte vlastní fototabule, s popisem zkameněliny a systematickým zařazením.



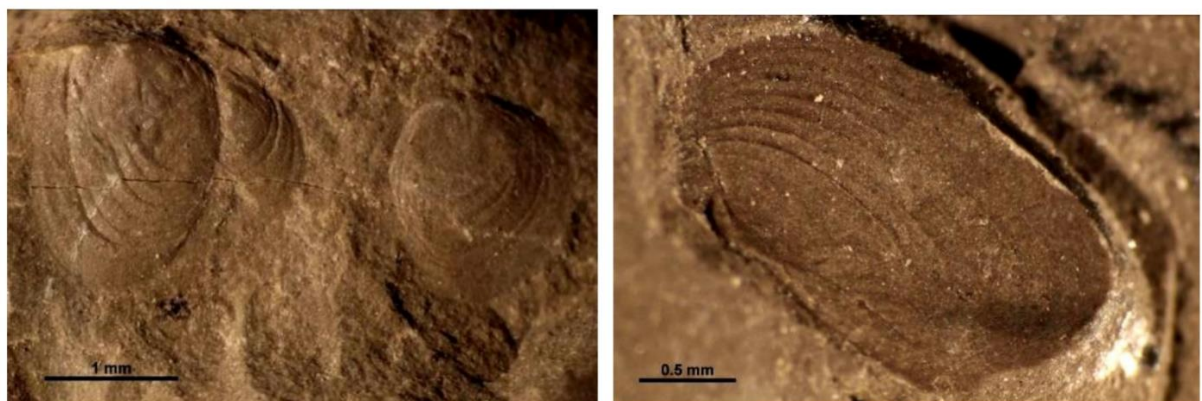
Krytolobec *Discosauriscus austriacus*. Foto: David Krejčíř



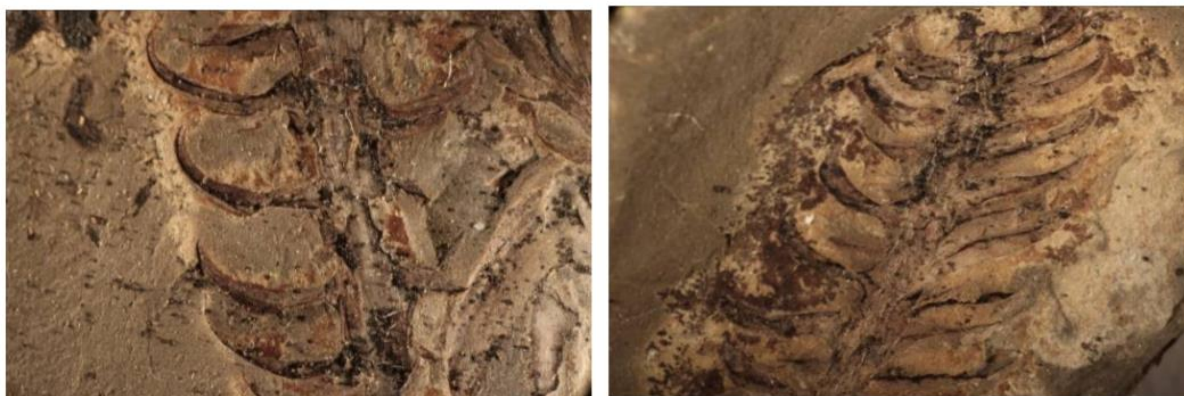
Trnoploutvý *Xenacanthus* sp. a paleoniscidní ryba *Paramblypterus* sp. Foto: David Krejčíř



Křídla hmyzu (vlevo šváb). Foto: Tomáš Viktorýn, Ondřej Dostál



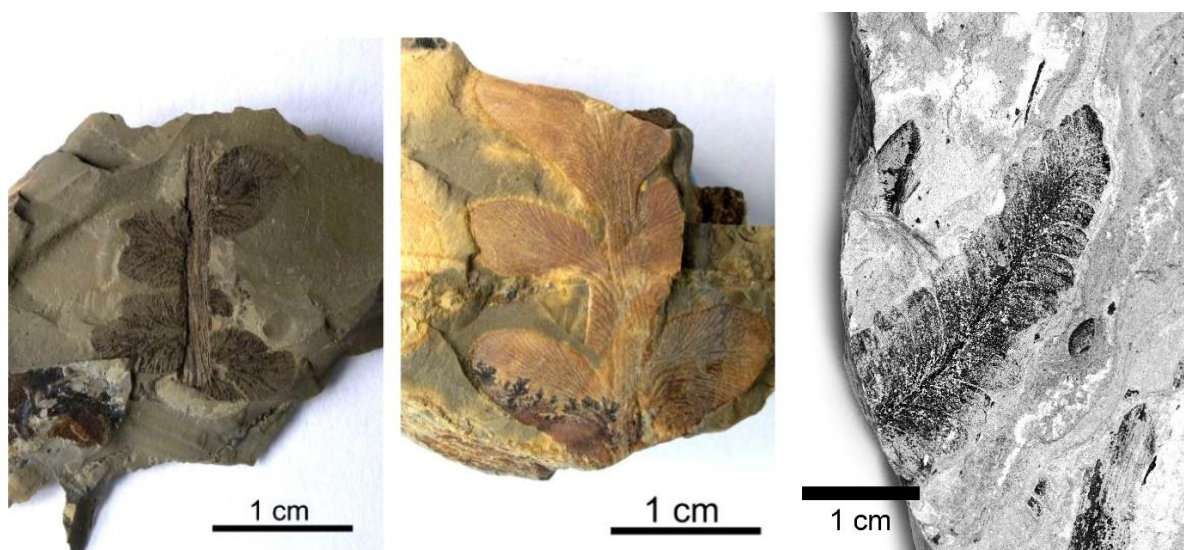
Konchostraky *Lioestheria lallyensis*. Foto: Kemsá, J. 2015. Tafonomie a paleoekologie fosilních nálezů lokality Obora (perm, boskovická brázda). MS diplomová práce, PŘF MU, Brno.



Walchiovité jehličnany *Hermitia arnhardtii* (vlevo), *Culmitzschia speciosa* (vpravo). Kemsá, J. 2015. Tafonomie a paleoekologie fosilních nálezů lokality Obora (perm, boskovická brázda). MS diplomová práce, PŘF MU, Brno.



Jehličnany *Culmitzschia parvifolia* (vlevo), *Otovicia hypnoides* (střed), *Hermitia arnhardtii* (vpravo). Kemsá, 2015.



Kaprad'osemenné *Neurocallipteris neuropteroides* (vlevo), *Odontopteris* sp. (střed; Kemsá 2015) a *Autunia conferta* (foto: D. Krejčíř).



Jehličnany *Hermitia arnhardtii* (vlevo) a *Culmitzschia parvifolia* (vpravo). Kemsá 2015.



Jehličnan *Walchia piniformis* (vlevo) a kaprad'osemenná rostlina *Pecopteris* sp. (vpravo). Foto: D. Krejčíř.