

Bakalářská práce

Geologie pražského okolí a možnosti jeho využití při terénní a badatelské výuce přírodopisu na 2. stupni ZŠ

Studijní program:

B0114A300075 Přírodopis se zaměřením na vzdělávání

Studijní obory:

Přírodopis se zaměřením na vzdělávání
Zeměpis se zaměřením na vzdělávání

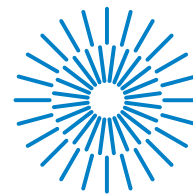
Autor práce:

Petra Strychová

Vedoucí práce:

doc. RNDr. Kamil Zágoršek, Ph.D.
Katedra geografie

Liberec 2025



Zadání bakalářské práce

Geologie pražského okolí a možnosti jeho využití při terénní a badatelské výuce přírodopisu na 2. stupni ZŠ

<i>Jméno a příjmení:</i>	Petra Strychová
<i>Osobní číslo:</i>	P22000522
<i>Studijní program:</i>	B0114A300075 Přírodopis se zaměřením na vzdělávání
<i>Specializace:</i>	Přírodopis se zaměřením na vzdělávání Zeměpis se zaměřením na vzdělávání
<i>Zadávací katedra:</i>	Katedra biologie a ekologie
<i>Akademický rok:</i>	2024/2025

Zásady pro vypracování:

Cílem bude zaměření na identifikaci geologických formací, analýzu biodiverzity, nebo hodnocení potenciálu těchto lokalit pro terénní a badatelskou výuku přírodopisu.

Zpracování třech lokalit (Okolí Divoké Šárky, Prokopské údolí – Barrandov a Letenský profil) s různým geologickým složením a jejich přírodní potenciál s prvky biodiverzity. Osobní výzkum těchto lokalit, aktuální stav a možnosti jejich využití při terénní a badatelské výuce přírodopisu na 2. stupni ZŠ.

<i>Rozsah grafických prací:</i>	dle potřeby dokumentace
<i>Rozsah pracovní zprávy:</i>	40 až 50 stran
<i>Forma zpracování práce:</i>	tištěná/elektronická
<i>Jazyk práce:</i>	čeština

Seznam odborné literatury:

1. MIŠÍK, Milan, Ivo CHLUPÁČ a Ivan CÍCHA. *Stratigrafická a historická geologie*. Bratislava: SPN, 1985.
2. CHLUPÁČ, Ivo. *Geologické zajímavosti pražského okolí*. Praha: Academia, 1988.
3. Česká geologická služba [online]. Dostupné z: <https://cgs.gov.cz/>

<i>Vedoucí práce:</i>	doc. RNDr. Kamil Zágoršek, Ph.D. Katedra geografie
-----------------------	---

<i>Datum zadání práce:</i>	2. září 2024
<i>Předpokládaný termín odevzdání:</i>	23. dubna 2025

doc. PaedDr. Aleš Suchomel, Ph.D.
děkan

L.S.

RNDr. Alena Ševců, Ph.D.
garant studijního programu

Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Jsem si vědoma toho, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti Technickou univerzitou v Liberci; v tomto případě má Technická univerzita v Liberci právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má bakalářská práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědoma následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce, doc. RNDr. Kamilu Zágorskovi, Ph.D., za cenné rady, odborné vedení a podporu během celého procesu tvorby této práce. Jeho vstřícnost a ochota konzultovat mé dotazy pro mě byly velkým přínosem. Dále bych chtěla poděkovat své rodině a přátelům za jejich podporu a trpělivost, kterou mi poskytovali během mého studia. V neposlední řadě děkuji všem, kteří se jakýmkoliv způsobem podíleli na vzniku této práce, ať už poskytnutím podkladů, konzultacemi či motivací k dokončení, a to především mým žákům ze Základní školy Prahy 7, Strossmayerovo náměstí. Díky jejich aktivnímu zapojení zejména během projektových dnů jsem získala mnoho podkladů pro tuto práci.

Anotace

Tato bakalářská práce se zabývá geologickými lokalitami pražského okolí a jejich využitím v terénní a badatelské výuce na druhém stupni základních škol. Práce popisuje tři významné lokality – Divokou Šárku, Letenský profil a Prokopské a Dalejské údolí – z hlediska geologického, paleontologického i krajinného vývoje. V teoretické části jsou popsány geologické charakteristiky jednotlivých oblastí s důrazem na jejich vědecký význam a výzkumnou historii. Praktická část dokumentuje realizaci terénního výukového programu, který byl vyzkoušen během projektových dnů. Součástí jsou pracovní listy a výstupy žáků. Cílem práce je propojit odborné poznatky s možnostmi jejich využití při výuce geologie v přímém kontaktu s terénem.

Klíčová slova: geologie, pražské okolí, terénní výuka, badatelská výuka, přírodopis, základní škola, biodiverzita, geologické formace, Barrandien

Annotation

This bachelor thesis focuses on geological sites in the surroundings of Prague and their application in field and inquiry-based science education at the lower secondary school level. The thesis examines three key localities – Divoká Šárka, Letenský profil (scene), and the Prokopské and Dalejské údolí (valley) – in terms of geology, paleontology, and landscape development. The theoretical part provides a detailed geological and historical description of each site. The practical part presents the implementation of an educational field program conducted during school project days. Included are student worksheets and outputs. The aim of the thesis is to connect scientific knowledge with its potential use in practical geology teaching in the field.

Keywords: geology, Prague region, field teaching, research-based teaching, biology, elementary school, biodiversity, geological formations, Barrandien

Seznam použitých zkratk a symbolů

ČGS	Česká geologická společnost
ČR	Česká republika
DDM	Dům dětí a mládeže
et al.	a kolektiv
GSSP	Global Boundary Stratotype Section and Point
IBSE	Inquiry-Based Science Education
MŠMT	Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy
RVP ZV	Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání
ZŠ	základní škola

Seznam obrázků

Obrázek 1: Pohled na Hlubočeské údolí a útesové vápence, rok 1949.....	16
Obrázek 2: Stratigrafické schéma proterozoika Barrandienu	18
Obrázek 3: Mapa s geologickým vývojem v oblasti Barrandienu	20
Obrázek 4: Portrét Joachima Barrande	21
Obrázek 5: Blokdiagram pražského okolí.....	22
Obrázek 6: Divoká Šárka	23
Obrázek 7: Prokopské a Dalejské údolí	25
Obrázek 8: Prokopské a Dalejské údolí	26
Obrázek 9: Geologický profil Barrandienu.....	27
Obrázek 10: Letenský profil	28
Obrázek 11: Přiblížené vrstvy Letenského profilu detailně.....	29
Obrázek 12: Pohled na Dívčí Hrady od Prokopského jezírka (střídání hornin podle způsobení různými cykly)	34
Obrázek 13: Aktivita v Prokopském a Dalejském údolí.....	37
Obrázek 14: Nález zkameněliny v sutí v Lomu Mušlovka	39
Obrázek 15: Pracovní list - DEN 1	40
Obrázek 16: Průběh aktivit: Divoká Šárka (den 2)	41
Obrázek 17: Pracovní list - DEN 2	42
Obrázek 18: Badatelská exkurze: Letenský profil	43
Obrázek 19: Informační tabule – Letenský profil.....	44
Obrázek 20: Pracovní list: Letenský profil	45
Obrázek 21: Pracovní list: Letenský profil	46
Obrázek 22: Náčrt žáka, který zachycuje panoramatický náčrtek z pohledu Nebušické vyhlídky	48
Obrázek 23: Vypracovaný pracovní list žáka 9. třídy s nákresy jednotlivých vrstev Letenského profilu	49
Obrázek 24: Vypracovaný pracovní list žákyně 9. třídy, která pozorovala jinou strukturu vrstvení Letenského profilu na Letné	50
Obrázek 25: Poster z hodiny, kde žákyně 9. třídy znázorňuje pro ni důležité informace z geologie Prahy	51
Obrázek 26: Poster žákyně 9. třídy, která názorně obrázky znázornila geologickou různorodost Prahy	52
Obrázek 27: Žáci vytvářející panoramatický náčrtek krajiny z výhledu na Nebušické vyhlídky v Divoké Šárce.....	53

Seznam tabulek

Tabulka 1: Shrnutí geologických období a typů hornin v oblasti Prahy	16
Tabulka 2: Hlavní stratigrafické jednotky	19
Tabulka 3: Rozdíly mezi přístupy	32

Obsah

1. Úvod.....	12
2. Metodika práce.....	13
2.1 Postup práce.....	13
2.2 Výběr a charakteristika vzorku	13
2.3 Sběr a analýza dat	13
2.4 Etické aspekty	14
ČÁST I.: Teoretická a návrhová	15
3. Historie a popis vybraných lokací.....	15
3.1 Historie hornin v pražském okolí.....	15
3.1.1 Barrandien a jeho význam.....	16
3.1.2 Stratigrafie a typy hornin v pražském okolí.....	17
3.1.3 Významné historické osobnosti a geologický výzkum	20
3.1.4 Geologické dědictví a současné využití lokalit.....	21
3.2 Definice 3 zkoumaných lokalit	21
3.2.1 Divoká Šárka.....	23
3.2.2 Prokopské a Dalejské údolí (včetně Barrandova)	25
3.2.3 Letenský profil.....	28
3.3 Využití terénní a badatelské výuky a jejich charakteristika	30
3.3.1 Terénní výuka – charakteristika, metody a přínosy	30
3.3.2 Badatelská výuka (Inquiry-Based Science Education)	30
3.3.3 Porovnání terénní a badatelské výuky.....	31
4. Terénní a badatelská výuka.....	33
4.1 Terénní výuka v oblasti Divoké Šárky.....	33
4.2 Terénní výuka v oblasti Barrandovského / Prokopského údolí včetně paleontologického cvičení	34
4.3 Badatelská výuka v lokalitě Letenského profilu	35
ČÁST II.: Praktická realizace a reflexe	37
5. Praktická realizace výuky s žáky	37

5.1 Průběh aktivit: Prokopské a Dalejské údolí (Den 1).....	37
5.2 Průběh aktivit: Divoká Šárka (Den 2).....	41
5.3 Badatelská exkurze: Letenský profil.....	43
5.4 Reflexe a didaktické zhodnocení	47
5.5 Tvorba a využití pracovních listů.....	47
5.6 Analýza žákovských výstupů.....	47
5.7 Učitelská reflexe	52
5.8 Případová studie: žáci v terénu	53
5.9 Hloubková analýza žákovských výstupů a jejich relevance	54
6. Závěr, shrnutí a reflexe	55
Seznam použitých zdrojů.....	57
Zdroje obrázků.....	60
Přílohy.....	61

1. Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá detailním průzkumem geologických formací v okolí Prahy a jejich možným využitím při terénní a badatelské výuce přírodopisu na druhém stupni základní školy. Cílem práce je identifikovat a analyzovat geologické formace tří vybraných lokalit – okolí Divoké Šárky, Prokopského údolí-Barrandov a Letenského profilu – a posoudit jejich přírodní potenciál včetně biodiverzity.

První část práce poskytuje teoretický základ, v němž jsou definovány klíčové pojmy a prezentovány historické a současné poznatky o geologických formacích těchto lokalit. Využívá se široké spektrum literatury včetně významných prací Milana Mišíka, Ivo Chlupáče a Ivana Cichy a také aktuální údaje z Českého geologického ústavu.

Druhá část práce je zaměřena na empirický výzkum. Každá lokalita je podrobně zkoumána z hlediska geologického složení, historických událostí a současného stavu biodiverzity. V okolí Divoké Šárky jsou prozkoumány skalní útvary a jejich formace, Prokopské údolí-Barrandov je analyzováno s důrazem na jeho paleontologické naleziště a Letenský profil je studován s ohledem na jeho ekosystémy a rozmanitost fauny a flóry.

Třetí část práce se věnuje praktickým aspektům využití těchto lokalit při výuce. Jsou zde navrženy konkrétní didaktické postupy a aktivity, které mohou učitelé integrovat do výukových programů. Jedná se například o organizace terénních exkurzí, praktická cvičení zaměřená na sběr a analýzu vzorků, pozorování spolu s dokumentací přírodních jevů a aktivity v terénu podporující aktivní zapojení žáků. V práci jsou také diskutovány výhody i výzvy spojené s terénní a badatelskou výukou včetně otázky bezpečnosti a logistiky.

Výsledky výzkumu ukazují, že všechny tři lokality nabízejí jedinečné možnosti pro terénní výuku a badatelské projekty. Divoká Šárka, se svými dramatickými skalními útvary, je ideální pro studium geologických procesů a historie Země. Prokopské údolí-Barrandov umožňuje objevovat fosilie a pochopit vývoj života na Zemi. Letenský profil znázorňuje rozmanité geologické vrstvení, což je ideální pro výuku o různých geologických obdobích, kterými Země procházela.

V závěru práce jsou navrženy konkrétní didaktické materiály včetně pracovních listů a metodických pokynů, které mohou učitelé použít při realizaci terénní výuky. Práce přispívá k rozšíření pedagogických zdrojů a podporuje inovativní přístupy k výuce přírodních věd na základní škole. Tyto přístupy pak dále rozvíjí kritické myšlení a výzkumné dovednosti žáků.

2. Metodika práce

Tato bakalářská práce kombinuje metodu deskriptivní analýzy odborných zdrojů s kvalitativním výzkumem založeným na terénním pozorování a práci se žákovskými výstupy. Cílem bylo odborně popsat vybrané geologické lokality v okolí Prahy a následně ověřit jejich využitelnost při výuce přírodopisu na 2. stupni základní školy.

2.1 Postup práce

Nejprve byla provedena rešerše odborné literatury zaměřené na geologii, paleontologii a geomorfologii pražské oblasti (např. Chlupáč et al., 2002; Kraft et al., 2003; Fatka, 2011). Na základě těchto podkladů byly vybrány tři modelové lokality: Divoká Šárka, Letenský profil a Prokopské a Dalejské údolí. Důraz byl kladen na jejich stratigrafický, paleontologický a geomorfologický význam, a zároveň na jejich dostupnost pro školní výuku.

Následně byly vytvořeny pracovní listy pro žáky, které kombinovaly úlohy pozorovací, badatelské i kreslířské. Součástí pracovních listů byly předpřipravené otázky k terénnímu pozorování, a také prostor pro zaznamenání hypotéz, nálezů a vlastních postřehů žáků.

2.2 Výběr a charakteristika vzorku

Výzkumný vzorek tvořili žáci 2. stupně základní školy ve věkovém rozmezí 11–15 let, kteří se zúčastnili výukových exkurzí v rámci tzv. „Ateliérů“ – projektových dnů na ZŠ Praha 7, Strossmayerovo náměstí. Jednalo se o skupinu 20 žáků z různých ročníků, přihlášených na základě zájmu o téma „Geologie a paleontologie pražského okolí“. Pro lokalitu Letenský profil byli samostatně osloveni žáci 9. ročníku během běžné výuky přírodopisu.

2.3 Sběr a analýza dat

Data byla sbírána během dvoudenní terénní výuky (Prokopské a Dalejské údolí, Divoká Šárka) a samostatné dvouhodinové exkurze na Letenský profil. Žáci pracovali s pracovními listy, kreslili panoramatické profily, zaznamenávali geologické útvary a diskutovali nad pozorovanými jevy. Součástí sběru dat byly i fotografické dokumentace výstupů a poznámky učitele.

Získané výstupy byly analyzovány kvalitativně – podle míry porozumění žáků, přesnosti záznamů a schopnosti aplikace poznatků na reálné prostředí. Rovněž byla sledována motivace a zájem žáků o dané téma.

2.4 Etické aspekty

Práce byla realizována v souladu s etickými pravidly pedagogického výzkumu. Žáci byli srozumitelně informováni o účelu výzkumu a výsledky byly anonymizovány. Účast byla zcela dobrovolná a rodiče byli předem informováni v rámci přihlášky na projektový den.

ČÁST I.: Teoretická a návrhová

3. Historie a popis vybraných lokací

3.1 Historie hornin v pražském okolí

Oblast hlavního města Prahy je z geologického hlediska součástí širší jednotky známé jako Barrandien. Tento geologický celek patří k nejvýznamnějším oblastem výskytu staropaleozoických sedimentů v Evropě a je pojmenován po francouzském paleontologovi Joachimovi Barrandovi, který zde v 19. století prováděl rozsáhlé výzkumy. Barrandien se rozprostírá od Prahy směrem na jihozápad a zahrnuje široké spektrum hornin ordoviku, siluru a devonu, které byly uloženy v mořském prostředí v průběhu přibližně 120 milionů let (Chlupáč et al., 2002).

Geologický vývoj této oblasti začíná již v prekambriu, kdy došlo ke vzniku prvních metamorfovaných hornin (pararuly, svory). Tyto staré jednotky tvoří krystalinikum českého masivu. V průběhu kambria a ordoviku dochází k zaplavení oblasti mořem, kde se začínají ukládat sedimenty v hlubokovodním prostředí. Ordovické horniny jsou typické střídáním drob, břidlic a prachovců. V siluru se mění sedimentační prostředí a přechází od hlubokomořských břidlic k mělkovodním karbonátům (Fatka et al., 2012).

Devonské období je charakterizováno tropickým mořem s bohatým výskytem mořské fauny. Vznikají zde masivní vrstvy vápenců a dolomitů, které jsou dnes často odkryty v podobě lomů (např. Mušlovka, Hlubočepy). V karbonu dochází k hercynské (variské) orogenezi, kdy jsou uložené sedimenty postiženy vrásněním a vznikají četné zlomy a tektonické poruchy (Pešek et al., 2001).

V permu a triasu se klima mění na sušší a krajina začíná být ovlivňována kontinentálním režimem. Ve čtvrtohorách (kvartér) dochází k modelaci krajiny převážně fluvialní erozí. Vývoj v kvartéru je doložen zahloubením říčních koryt a vznikem zaříznutých údolí (např. Šárecké, Dalejské), které přetínají starší vrstvy a umožňují pozorovat jejich stratigrafii (Demek et al., 2006).

Geologický vývoj území do 19. století završuje období vědeckého zkoumání, a to od prvních mapování až po výzkumy Joachima Barranda, který zde položil základy stratigrafického členění barrandienské oblasti (Barrande, 1872).

Z paleontologického hlediska patří Barrandien k nejbohatším nalezištím fosilií mořských bezobratlých v Evropě. Nacházejí se zde hojné zbytky trilobitů, graptolitů, ramenonožců, hlavonožců a ostnokožců, které dokumentují evoluční vývoj během paleozoika (Fatka, 2011). Významná naleziště, jež se dnes nacházejí přímo na území hlavního města, představují jedinečný zdroj pro výuku geologie a paleontologie.

Geologie pražského okolí je výjimečná také tím, že umožňuje v relativně malém území pozorovat kompletní sled hornin od ordoviku po devon, a to včetně přesných stratigrafických hranic definovaných Mezinárodní komisí pro stratigrafii. Tyto podmínky činí z Prahy jedno z nejvýznamnějších měst světa z hlediska dostupnosti geologicky cenných lokalit v přímé blízkosti městské zástavby (Kraft et al., 2003).

Tabulka 1: Shrnutí geologických období a typů hornin v oblasti Prahy

Geologické období	Dominantní horniny	Typ prostředí	Klíčové fosilie
prekambrium	pararuly, svory	metamorfóza	bez fosilií
ordovik	břidlice, droby	hlubokomořské	graptoliti
silur	vápence, prachovce	mělkovodní moře	hlavonožci
devon	masivní vápence	tropické moře	trilobiti, ramenonožci
karbon	deformované sedimenty	tektonická aktivita	–
kvartér	fluviální sedimenty	říční eroze	–

3.1.1 Barrandien a jeho význam

Barrandien se rozprostírá od Prahy jihozápadním směrem přes Berounsko až po Plzeň a jeho geologické složení tvoří převážně horniny vzniklé ve starších prvohorách – zejména v kambriu, ordoviku, siluru a devonu (Kříbek et al., 2014). Území je tvořeno především usazenými horninami – vápenci, břidlicemi, křemenci, pískovci, jílovci – v nichž se často nacházejí hojně fosilie mořských živočichů, například trilobitů, ramenonožců či graptolitů (Havlíček & Kukal, 1990).



*Obrázek 1: Pohled na Hlubočepské údolí a útesové vápence, rok 1949
Zdroj: Hylský, 1949.*

Geologická stavba oblasti je velmi členitá, což umožňuje přirozené odkryvy horninových sledů. Ty jsou doplněny četnými antropogenními odkryvy (lom, stavební práce), které dále napomáhají studiu vrstev, diskordancí, tektonických jevů i paleontologických nálezů. V okolí Prahy se tyto odkryvy

nachází například v Prokopském údolí, Dalejském údolí, Divoké Šárce, Letenském profilu, Motole či u Hlubočep.

Z hlediska výuky přírodopisu má tato oblast značný potenciál. Možnost sledovat geologické jevy přímo v terénu, včetně pozorování zkamenělin, vrstevnatosti či složení hornin, přispívá k hlubokému komplexnímu porozumění přírodním procesům. Terénní výuka navíc podporuje badatelské dovednosti žáků a nabízí přímý kontakt s přírodním prostředím.

Historie zkoumání barrandienských hornin sahá hluboko do minulosti. Již ve druhé polovině 18. století byla oblast známá díky nálezům zkamenělin. Joachim Barrande zde během své práce (zejména mezi lety 1840–1883) popsal více než 3500 druhů fosilií a vytvořil soubor více než 20 svazků monumentálního díla „Système silurien du centre de la Bohême“ (Barrande, 1852–1883). Jeho práce významně přispěla ke globálnímu poznání prvohorní fauny.

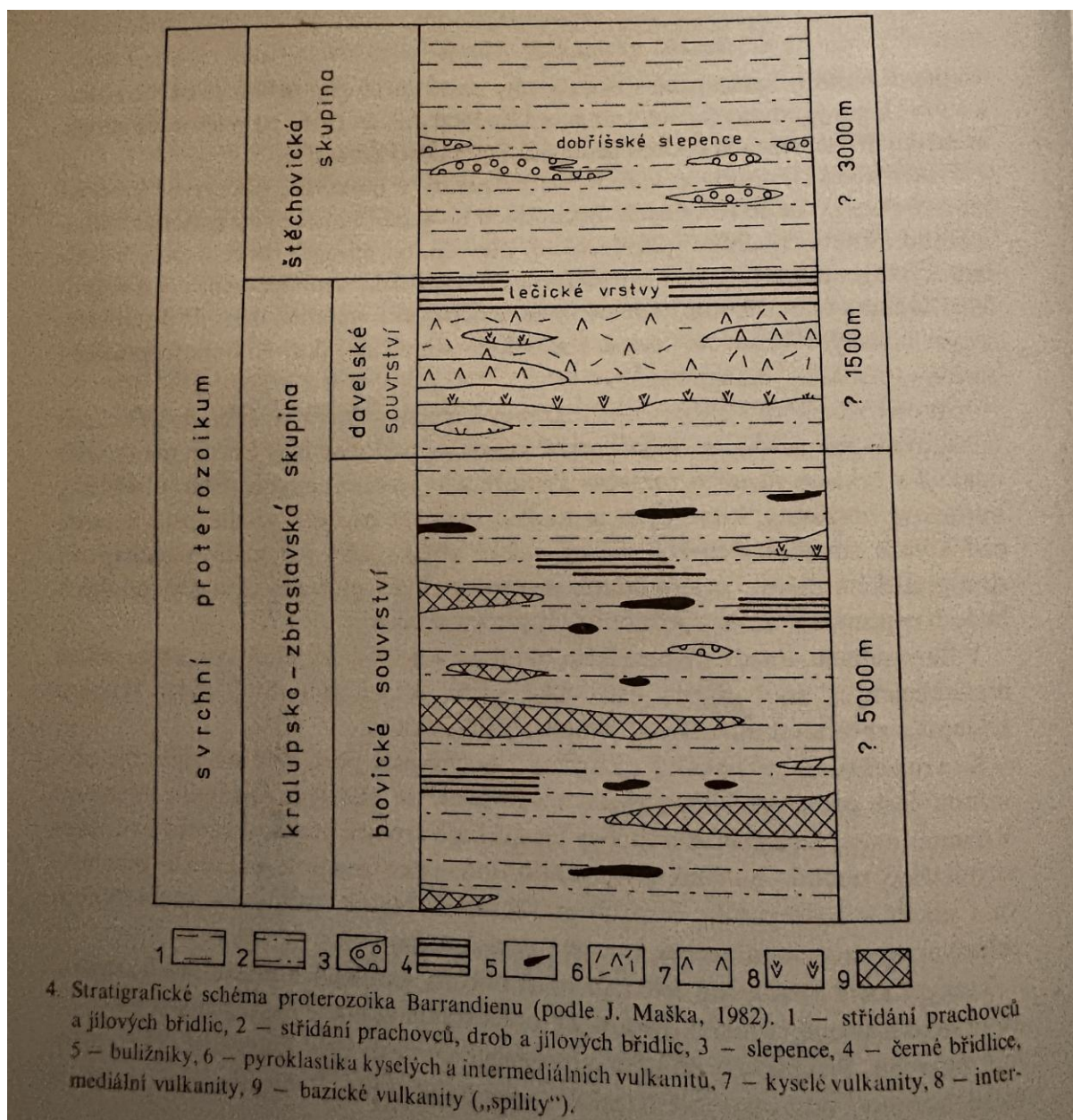
V současnosti patří řada barrandienských lokalit (jmenovitě např. Národní přírodní památka Barrandovské skály nebo Dalejský profil) mezi chráněná území, jsou zapsány do seznamu geologického dědictví České republiky. Tato místa představují přírodní učebny, kde lze pozorovat geologické proměny nejen v souvislosti s vývojem života na Zemi. Díky své bohaté geologické historii i snadné dostupnosti jsou tyto lokality mimořádně vhodné pro terénní výuku na základní i střední škole.

3.1.2 Stratigrafie a typy hornin v pražském okolí

Stratigrafie je geologická disciplína zabývající se studiem vrstev hornin a jejich časovým zařazením. Ve středních Čechách, konkrétně v pražském okolí, je stratigrafický profil výjimečně dobře vyvinutý a poskytuje detailní pohled na sedimentaci v průběhu staršího paleozoika, zejména ordoviku, siluru a devonu. Tento vývojový sled se stal předmětem rozsáhlého vědeckého zkoumání již od 19. století, a právě díky Barrandieniu je Česká republika jedním z klíčových míst pro poznání vývoje prvohorního mořského života (Chlupáč et al., 2002).

Horniny v této oblasti vznikaly ve velmi různorodých paleogeografických podmínkách. Během ordoviku docházelo k ukládání jemnozrnných sedimentů v hlubokomořském prostředí. Silur je typický pro přechod do mělkých moří a karbonátové sedimentace, zatímco devon reprezentuje tropické mořské podmínky s vývojem rozsáhlých vápencových plošin (Fatka & Mergl, 2009).

Stratigrafická posloupnost má nejen geovědní význam, ale také didaktický potenciál pro terénní výuku. Díky výborné přístupnosti jednotlivých souvrství v pražském okolí lze v terénu pozorovat rozdíly v litologii i ve výskytu fosilních organismů, strukturách vrstev a jejich postižení tektonickými procesy (Kukal, 1983).



Obrázek 2: Stratigrafické schéma proterozoika Barrandienu
Zdroj: Chlupáč, 1988.

Tabulka 2: Hlavní stratigrafické jednotky

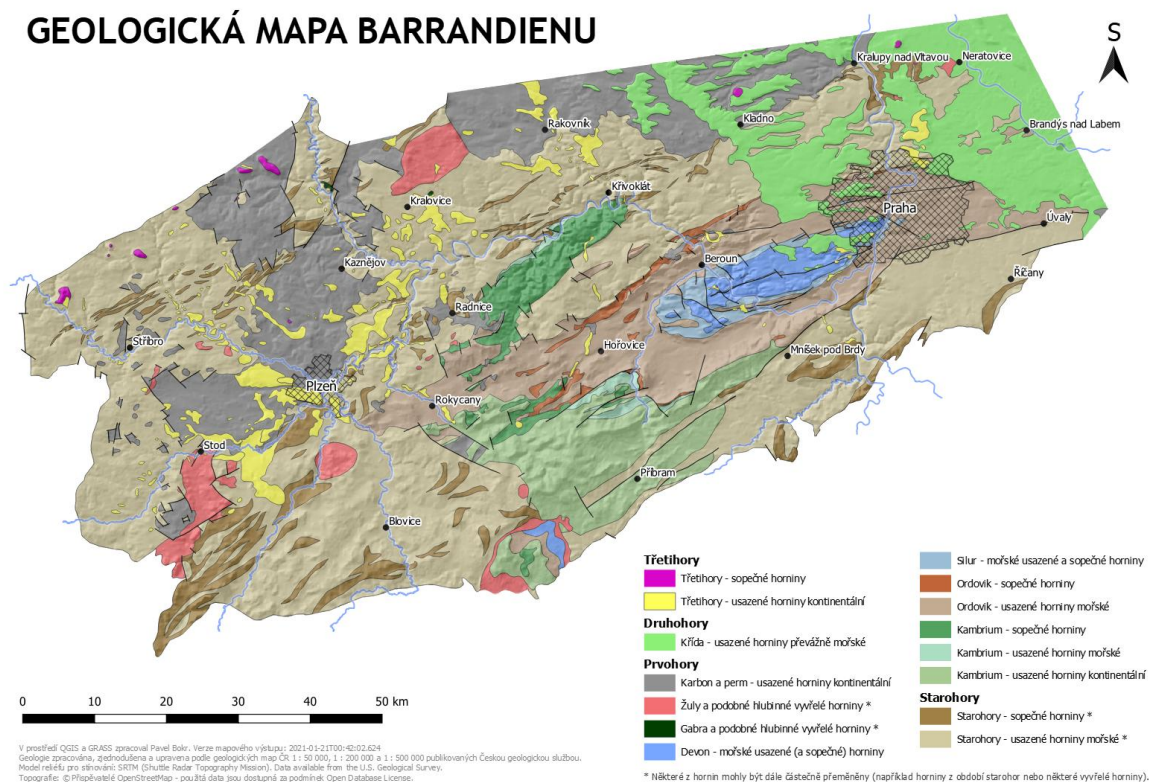
Geologické období	Stratigrafická jednotka	Hlavní horniny	Sedimentační prostředí
ordovik	Dobrotivské a šárecké souvrství	prachovce, břidlice, droby	hlubokovodní mořské dno, klidné prostředí
silur	Kopaninské a motolské souvrství	vápence, prachovce, křemité břidlice	mělkovodní moře, přechodné facie
devon	Lochkovské, pražské a zlíčovské souvrství	černé břidlice, vápence, dolomity	tropické karbonátové platformy

Z pohledu stratigrafie je rovněž důležité zmínit cykličnost uloženin, která je patrná zejména ve vápencových souvrstvích devonu. Tato cykličnost bývá často spojována s Milankovičovými cykly – periodickými změnami v excentricitě, precese a oběžné dráze Země, které ovlivňují globální klima a tím i sedimentační režimy (Kříž, 1991).

Navíc je nutné podtrhnout i význam stratotypů – typových profilů, podle nichž jsou jednotlivé stratigrafické jednotky definovány. V oblasti Barrandienu se nachází několik mezinárodně uznávaných stratotypů, například GSSP (Global Boundary Stratotype Section and Point) pro hranici siluru a devonu v oblasti Klonku u Suchomast (Chlupáč et al., 2002).

Celkově lze říci, že stratigrafie pražského okolí poskytuje mimořádně komplexní záznam paleozoického vývoje – nejen z hlediska litologického, ale i paleontologického, strukturálního a sedimentologického.

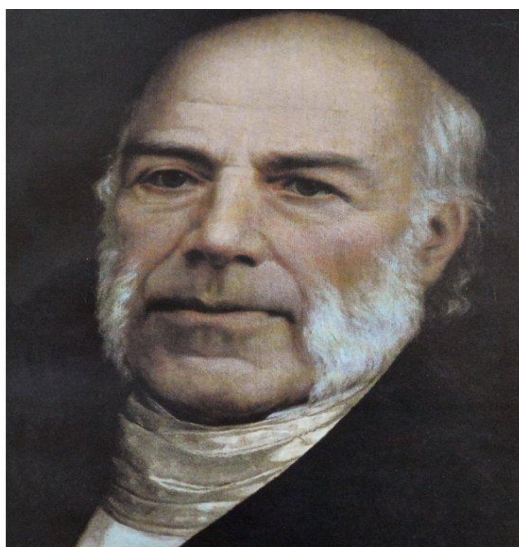
GEOLOGICKÁ MAPA BARRANDIENU



Obrázek 3: Mapa s geologickým vývojem v oblasti Barrandienu
Zdroj: Bokr, 2021.

3.1.3 Významné historické osobnosti a geologický výzkum

Kromě Joachima Barranda, který se stal synonymem pro studium barrandienské oblasti, se na výzkumu významně podíleli i čeští geologové jako Radim Kettner, Ivo Chlupáč nebo Zdeněk Kukal. Tito vědci přispěli k detailnímu popisu jednotlivých stratigrafických formací, tektoniky oblasti a vývoje paleo životního prostředí. Jejich práce se staly základem moderních učebnic a výukových materiálů.



Jiří Kříž *Joachim Barrande*

Obrázek 4: Portrét Joachima Barrande
Zdroj: Kříž, 1999.

Zvláštní pozornost si zaslouží i geologická mapa Prahy a okolí, která vznikla pod vedením České geologické služby a slouží jako výchozí podklad nejen pro odborníky, ale i pro učitele a žáky při plánování exkurzí a badatelských aktivit.

3.1.4 Geologické dědictví a současné využití lokalit

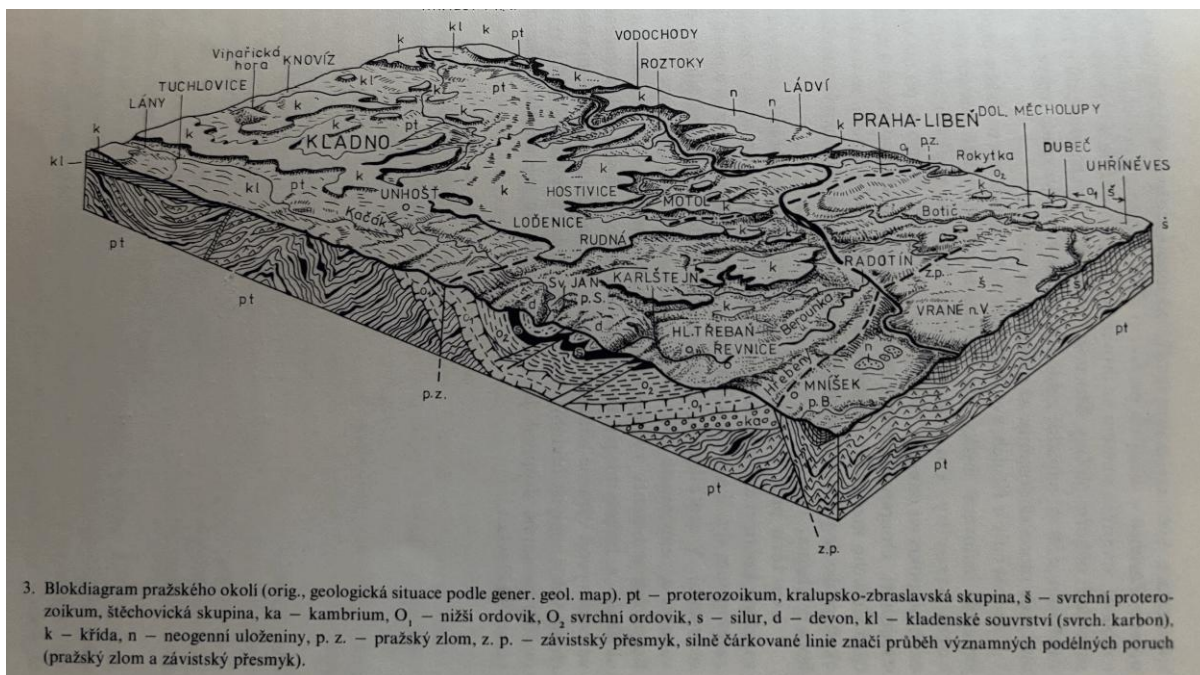
Díky své výjimečné geologii je pražské okolí zahrnuto do řady naučných stezek, chráněných území a projektů zaměřených na geologické dědictví. Lokality Barrandova, Prokopského a Dalejského údolí, Letné či Motola jsou přístupné veřejnosti a opatřené informačními panely. Kromě toho se zde konají komentované vycházky a exkurze pro školy organizované Českou geologickou službou, DDM, Ekocentry či univerzitami.

Pražské lokality jsou také předmětem popularizačních publikací, jako jsou „Vycházky za geologickou minulostí Prahy a okolí“ (Chlupáč, 1999) nebo „Geologické památky Prahy“ (Dvořák et al., 2006), které mohou sloužit jako inspirace pro pedagogy i žáky.

3.2 Definice 3 zkoumaných lokalit

Pro účely této bakalářské práce byly vybrány tři geologicky a didakticky zajímavé lokality v okolí Prahy: Divoká Šárka, Prokopské a Dalejské údolí (včetně Barrandova) a Letenský profil. Každá

z těchto lokalit reprezentuje odlišné geologické formace a poskytuje různé možnosti pro výuku v terénu i pro rozvoj badatelských kompetencí žáků.



Obrázek 5: Blokdigram pražského okolí
Zdroj: Chlupáč, 1988.

3.2.1 Divoká Šárka



*Obrázek 6: Divoká Šárka
Zdroj: autorka BP, 2025.*

Lokalita Divoká Šárka je významným územím z geologického, geomorfologického i ekologického hlediska. Nachází se na severozápadním okraji Prahy a tvoří část přírodního parku Šárka-Lysolaje. Z geologického hlediska je oblast tvořena horninami svrchního proterozoika až spodního paleozoika, přičemž dominují silurské a devonské sedimenty. Ty zahrnují zejména břidlice, prachovce, vápence a místy i kvarcity. Stratigrafický sled je zde významně tektonicky porušen a místy i přeměněn, což umožňuje sledovat pestré škálu geologických procesů (Pešek et al., 2001; Chlupáč et al., 2002).

Zvláště cenné jsou výchozy devonských vápenců v blízkosti Kozákovy skály a Dívčího skoku, které umožňují studium karbonátové sedimentace v mělkovodním tropickém moři. Oblast je součástí Barrandienu – paleontologicky významné jednotky, kde jsou hojně zastoupeny zkameněliny mořských bezobratlých: především trilobitů, ramenonožců, lilijic a hlavonožců (Kraft et al., 2003). Vápence a břidlice zde také nesou stopy po bioturbaci a sloužily jako referenční body pro biostratigrafické členění.

Geomorfologicky je Divoká Šárka součástí hluboce zaříznutého údolí modelovaného Šáreckým potokem, které vzniklo především fluvialní erozí během kvartéru. Skloněné svahy a skalní výchozy jsou příkladem strukturního reliéfu a umožňují pozorování selektivního zvětrávání hornin s rozdílnou odolností. Z pohledu fyzické geografie je významná i variabilita expozice svahů, jež podmiňuje rozdíly v mikroklimatu a vegetačním pokryvu (Demek et al., 2006).

Z hlediska historie geologického výzkumu se lokalita objevuje již v publikacích z konce 19. století, přičemž její význam byl znovu potvrzen moderními paleontologickými a sedimentologickými studiemi (Fatka & Budil, 2014). Zároveň je oblast cenná i krajinářsky – malebné scenérie inspirovaly řadu výtvarných umělců včetně Antonína Slavíčka.

Lokalita nabízí didaktický potenciál pro výuku geologie, geomorfologie a biologie. Žáci zde mohou pozorovat vrstvení hornin, projevy eroze, skalní výchozy a vliv geologického podloží na vegetaci. Díky rozmanitému terénu je vhodná i pro orientaci v krajině, práci s mapou a rozvoj přírodovědné gramotnosti. Terénní podmínky umožňují bezpečný pohyb i pro mladší žáky.

3.2.2 Prokopské a Dalejské údolí (včetně Barrandova)



Obrázek 7: Prokopské a Dalejské údolí
Zdroj: autorka BP, 2025.

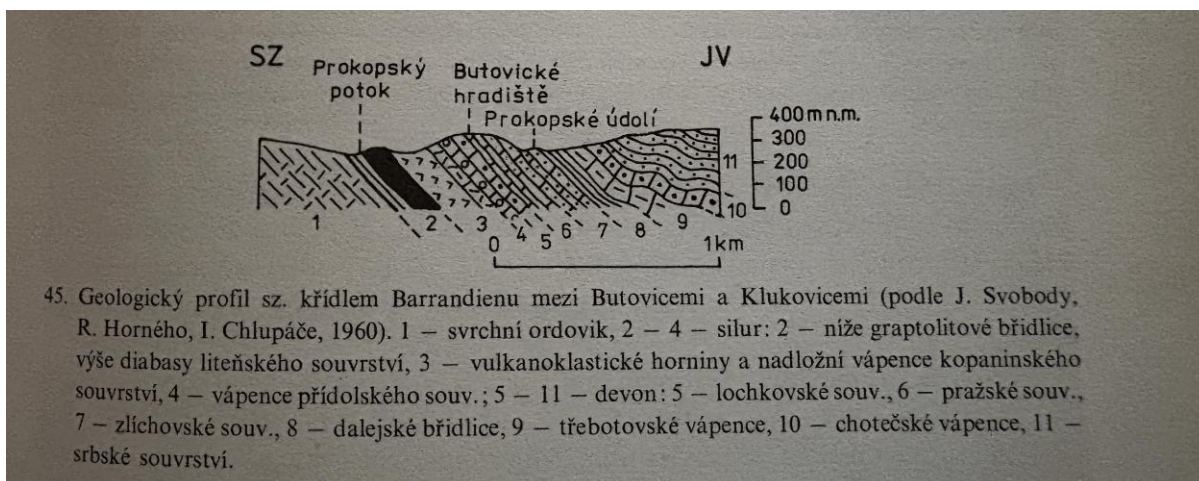
Prokopské a Dalejské údolí představují rozsáhlý geologický celek v jihozápadní části Prahy, který je považován za jednu z nejlépe prozkoumaných oblastí českého paleozoika. Jsou součástí Barrandienu, tedy území s výjimečně zachovalým stratigrafickým sledem od ordoviku po devon. Výchozy ordovických křemenců a břidlic, silurských vápenců i devonských dolomitů a opuk umožňují studium sedimentárních procesů, tektoniky i paleontologie (Kraft et al., 2003; Fatka, 2011).

Nejvýznamnější součástí území je lom Mušlovka, který slouží jako referenční paleontologická lokalita. Zde byly popsány četné nálezy trilobitů, graptolitů, ostnokožců a hlavonožců, které dokumentují biodiverzitu prvohorních mořských ekosystémů. Oblast je rovněž

významná z hlediska ichnologie – nalézají se zde stopy po činnosti organismů v mělkém mořském dně (Budil et al., 2004).



*Obrázek 8: Prokopské a Dalejské údolí
Zdroj: autorka BP, 2025.*



Obrázek 9: Geologický profil Barrandienu
Zdroj: Chlupáč, 1988.

Geomorfologicky byla oblast formována intenzivní fluvialní erozí Dalejského potoka, jehož tok v kvartéru hluboce zařezal sedimentární vrstvy. Strmé svahy s četnými výchozy vytvářejí výrazný členitý reliéf, který je ideálním terénem pro pozorování geologických fenoménů. Erozní procesy, sesuvy a skalní řízení jsou zde častými jevy, jejichž projevy lze sledovat přímo v terénu (Demek et al., 2006).

Prokopské údolí má rovněž význam kulturní – inspirací bylo například pro Jaroslava Foglara nebo malíře Josefa Ladu. Od konce 20. století je oblast chráněna jako přírodní park a zařazena do systému ekologické stability. Lokalita je zároveň předmětem geologického a paleontologického výzkumu, a to jak z hlediska sedimentologických procesů, tak z hlediska vývoje paleoekosystémů (Fatka et al., 2012).

Didaktický potenciál lokality spočívá v možnosti integrovat výuku přírodopisu, geologie, zeměpisu a dějepisu. Žáci mohou vyhledávat a dokumentovat horniny, pozorovat diskordance a zvrstvení, určovat zkameněliny a pracovat s geologickou mapou. Výjimečná koncentrace výukově využitelných geologických jevů a dobrá dostupnost činí z této oblasti jednu z nejlepších lokalit pro výuku geověd v ČR.

3.2.3 Letenský profil



*Obrázek 10: Letenský profil
Zdroj: autorka BP, 2025.*

Letenský profil je městský geologický odkryv v centrální části Prahy, nacházející se na svazích Letenských sadů směrem k Vltavě. Představuje jedno z nejvýznamnějších nalezišť ordovických hornin pražského typu, konkrétně tzv. letenského souvrství (Chlupáč, 1990). Toto souvrství je charakteristické rytmickým střídáním drob, prachovců a břidlic, ukládaných v hlubokovodním prostředí na svazích podmořských svahů v ordovickém moři. Svrchní část souvrství obsahuje hojné fosilie graptolitů, kteří jsou klíčovými indexovými fosiliemi pro biostratigrafii paleozoika.

Geologický význam Letenského profilu spočívá v jeho využití při definici regionální stratigrafie Barrandienu. Profil byl v minulosti používán jako referenční lokalita pro klasifikaci ordovických vrstev v celé střední Evropě. Oblast Letná je tak historicky i vědecky ceněným místem, které bylo detailně popsáno již ve spisech Joachima Barranda (Barrande, 1872) i v novodobé literatuře je často uváděno jako modelový příklad hlubokovodních sedimentů (Fatka et al., 1995).



*Obrázek 11: Přibližné vrstvy Letenského profilu detailně
Zdroj: autorka BP, 2025.*

Navzdory urbanizaci zůstává profil částečně zachován a přístupný, a to především díky přirozené erozní činnosti na svahu. Geologicky zajímavé jsou i jemné tektonické poruchy a sklony vrstev, které ilustrují deformace během variské orogeneze. Území je chráněno jako významný geologický prvek a zařazeno do databáze významných geologických lokalit České republiky (Geologická služba ČR, 2023).

Historicky byla Letná místem častých přírodovědných exkurzí. Již v 19. století sem mířili studenti gymnázií a pražské univerzity. Vzhledem k snadné dostupnosti a vědeckému významu zůstává Letenský profil důležitým bodem v geovědním výzkumu Prahy.

Díky snadné dostupnosti se jedná o ideální místo pro výuku základních geologických pojmů. Žáci zde mohou analyzovat sklon vrstev, barvu a zrnitost hornin, zaznamenat skici výchozů a pracovat

s geologickou mapou. Lokalita umožňuje propojení teoretické výuky s reálným pozorováním a měřeními v terénu.

3.3 Využití terénní a badatelské výuky a jejich charakteristika

3.3.1 Terénní výuka - charakteristika, metody a přínosy

Terénní výuka je didaktickou metodou, která probíhá mimo tradiční školní prostředí – v přírodě, městském prostoru nebo muzeích. Jejím hlavním cílem je zprostředkovat poznání prostřednictvím přímé zkušenosti (Kolb, 1984; Rickinson et al., 2004). Ve výuce přírodopisu je klíčová pro porozumění ekologickým, geologickým a biologickým jevům, které jsou v učebnicích často prezentovány příliš abstraktně. Terénní výuka žákům umožňuje propojit teoretické znalosti s reálným prostředím a vytváří příležitosti pro aktivní zapojení, spolupráci a pozorování (Ballantyne & Packer, 2009).

Mezi metody využívané v terénní výuce patří:

- pozorování a popis (např. hornin, rostlin, ekologických vztahů);
- měření a sběr dat (např. teploty půdy, pH, sklon vrstev, orientace);
- odběr vzorků (půda, voda, horniny) a jejich pozdější analýza;
- mapování a zakreslování do pracovních listů nebo map;
- skupinové aktivity a diskuze v terénu;
- fotodokumentace a tvorba závěrečných výstupů (Ballantyne & Packer, 2009).

Významným přínosem terénní výuky je rozvoj klíčových kompetencí, zejména v oblasti učení, řešení problémů a komunikace. Dále přispívá k rozvoji přírodovědné gramotnosti, podporuje environmentální senzitivitu a posiluje vztah žáků k místu, ve kterém žijí (Beames, Higgins & Nicol, 2012). V českém prostředí je terénní výuka podporována např. Rámcovým vzdělávacím programem pro základní vzdělávání (MŠMT, 2021), který zdůrazňuje význam mezipředmětových vztahů a kompetencí k udržitelnému rozvoji.

3.3.2 Badatelská výuka (Inquiry-Based Science Education)

Badatelsky orientovaná výuka (anglicky Inquiry-Based Science Education, dále jen IBSE) představuje pedagogický přístup, jehož jádrem je aktivní zapojení žáků do procesu objevování. Žáci nejsou pasivními příjemci poznatků, ale kladou si otázky, formulují hypotézy, navrhuji experimenty, sbírají a analyzují data a následně vyvozují závěry. Tento cyklický proces rozvíjí nejen znalosti, ale i klíčové

dovednosti, jako je kritické myšlení, schopnost řešit problémy, práce se zdroji a schopnost vědecké argumentace (Linn, Davis & Bell, 2004; OECD, 2007).

Struktura IBSE

Typický badatelský cyklus podle Bybeeho (2006) obsahuje následující fáze:

- zaujetí (engage) – probuzení zájmu, kladení otázek;
- prozkoumání (explore) – experimentování, pozorování, sběr dat;
- vysvětlení (explain) – analýza, interpretace dat, tvorba hypotéz;
- rozšíření (elaborate) – aplikace poznatků v nových situacích;
- zhodnocení (evaluate) – sebereflexe, sdílení výsledků, diskuse.

IBSE rozvíjí ve výuce přírodopisu následující oblasti:

- schopnost formulovat vědecké otázky;
- dovednosti spojené s návrhem výzkumu a sběrem dat;
- schopnost práce v týmu;
- systematické pozorování a argumentaci;
- schopnost vyvozovat závěry z důkazů a prezentovat je (Abd-El-Khalick et al., 2004).

Podle Hodsona (2014) se badatelský přístup výrazně liší od klasické frontální výuky. Zatímco tradiční výuka klade důraz na přenos hotových informací, IBSE podporuje aktivní a konstruktivní přístup k poznání. Žáci se učí nejen co vědět, ale také jak vědecky myslet a pracovat.

V kontextu terénní výuky se IBSE jeví jako ideální nástroj, který umožňuje propojit konkrétní pozorování v přírodě s vědeckými otázkami a výzkumným postupem. Například při zkoumání hornin v terénu mohou žáci zformulovat hypotézu typu: „Na jižním svahu Letenského profilu se vyskytují více zvětralé horniny kvůli vyššímu slunečnímu záření.“ Poté navrhnou způsob sběru dat, analyzují výsledky a diskutují je v rámci třídy.

Didaktickou výhodou IBSE je rovněž možnost individualizace – žáci mohou pracovat podle vlastního tempa, zájmu a úrovně dovedností. Významně se také zvyšuje jejich vnitřní motivace, protože výsledky práce nejsou dopředu známy a žáci cítí odpovědnost za vlastní poznání (Duran & Duran, 2004).

3.3.3 Porovnání terénní a badatelské výuky

Terénní a badatelská výuka jsou dvě didaktické strategie, které se ve výuce přírodovědných předmětů navzájem velmi vhodně doplňují. Každá z nich má svá specifika, silné stránky a určité limity. Vzájemná kombinace obou přístupů umožňuje dosáhnout hlubšího a trvalejšího porozumění přírodním jevům (Banchi & Bell, 2008).

Mezi společné rysy obou přístupů patří:

- aktivní zapojení žáků do výuky;
- podpora kritického a tvořivého myšlení;
- rozvoj přírodovědné gramotnosti;
- zkušenostní učení a důraz na konkrétní reálné situace;
- podpora spolupráce a komunikace mezi žáky.

Tabulka 3: Rozdíly mezi přístupy

Kritérium	Terénní výuka	Badatelská výuka (IBSE)
Cíl	Poznat reálné prostředí, aplikovat poznatky	Klást otázky, bádát, vysvětlovat jevy
Role učitele	Průvodce prostředím	Facilitátor, mentor
Role žáka	Pozorovatel, sběratel dat	Badatel, experimentátor
Průběh	Výuka v přírodě nebo v terénu	Výuka kdekoliv, často ve skupinách
Míra strukturovanosti	Střední – řízená aktivita	Nízká až vysoká – dle fáze bádání
Hodnocení	Praktické výstupy, pozorování	Prezentace, argumentace, reflexe

Možnosti propojení obou přístupů:

V rámci výuky přírodopisu je vhodné obě metody kombinovat. Terénní výuka může sloužit jako úvodní motivační fáze, v níž žáci pozorují prostředí a formulují badatelské otázky. Následně lze přejít k fázi badatelské, kdy žáci pracují ve skupinách, sbírají data, testují hypotézy a vytvářejí závěry. Tato kombinace zvyšuje didaktický účinek, umožňuje propojení různých typů učiva (geologie, ekologie, biologie) a vede k vyšší míře porozumění (Anderson, 2002).

Podle Bluma (2009) kombinace IBSE a terénní výuky významně zvyšuje motivaci a zájem žáků o přírodní vědy a přispívá k hlubšímu uchopení interdisciplinárních souvislostí. V praxi může být příkladem propojení exkurze do geologicky zajímavé lokality, kde žáci nejprve poznávají geologické jevy a následně vytvářejí vlastní výzkumné otázky a řeší je ve skupinách s podporou učitele.

4. Terénní a badatelská výuka

4.1 Terénní výuka v oblasti Divoké Šárky

Tato kapitola představuje praktický návrh terénní výuky, který je realizovatelný během jednoho vyučovacího dne. Oblast Divoké Šárky se nachází na severozápadním okraji Prahy a je součástí přírodního parku Šárka-Lysolaje. Geologicky je tvořena převážně proterozoickými břidlicemi, fylity a křemenci. Lokalita je významná nejen geologicky, ale i botanicky a krajinářsky.

Cíl výuky: Žáci poznají geologické formace a historii Divoké Šárky, porozumí jejich vzniku, a dokážou je popsat a zařadit do širších geologických souvislostí. Dále si osvojí základní metody geologického terénního výzkumu.

Trasa výuky: Výchozí bod je u vodní nádrže Džbán, odkud se žáci vydají kolem Kozákovy skály podél Šárceckého potoka až k soutěsce Divoké Šárky. Trasa je dlouhá přibližně 3–4 km a je vhodná i pro mladší žáky.

Aktivity pro žáky:

- pozorování hornin a jejich popis v terénu (tvrdost, struktura, barva);
- terénní měření sklonu vrstev pomocí jednoduchého geologického kompasu;
- odběr a popis vzorků hornin a půdy;
- porovnání vegetace na svazích a v údolí (mikroklimatické rozdíly);
- využití pracovních listů pro zakreslování profilů;
- kvíz o geologii oblasti a závěrečná diskuze.

Didaktický přínos: Terénní výuka v Divoké Šárce podporuje rozvoj přírodovědné gramotnosti, kompetencí k učení a schopnosti samostatného pozorování a popisu. Žáci se učí chápat geologické jevy v širším kontextu a propojují poznatky z přírodopisu, zeměpisu a ekologie (Behrendt & Franklin, 2014; Orion & Hofstein, 1994). Významná je i environmentální rovina – žáci si vytvářejí vztah k místu a uvědomují si potřebu jeho ochrany.

4.2 Terénní výuka v oblasti Barrandovského / Prokopského údolí včetně paleontologického cvičení

Tato lokalita, ležící v oblasti Českého krasu, patří k nejznámějším geologickým územím v České republice. Je významná výskytem fosilií z období ordoviku, siluru a devonu. Díky relativně snadné dostupnosti z centra Prahy (např. zastávka Hlubočepy) je lokalita vhodná pro školní exkurze.



*Obrázek 12: Pohled na Dívčí Hrady od Prokopského jezírka (střídání hornin podle způsobení různými cykly)
Zdroj: autorka BP, 2025.*

Cíl výuky: Žáci se seznámí s hlavními geologickými útvary oblasti, pochopí význam Barrandienu, naučí se identifikovat základní druhy fosilií a osvojí si základy stratigrafie a paleontologické práce.

Trasa výuky: Exkurze začíná v Hlubočepích a pokračuje směrem ke starému lomu, dále kolem Dalejského potoka, přes odkryté stěny a paleontologická naleziště až k oblasti Cikánky.

Aktivity pro žáky:

- pozorování vrstev sedimentárních hornin (vápence, břidlice);
- vysvětlení principů ukládání vrstev a jejich čtení v terénu;
- vyhledávání a určování fosilií (trilobiti, hlavonožci, koráli, ramenonožci);
- zaznamenávání nálezů, práce s geologickým atlasem;
- tvorba náčrtů a jednoduchých paleontologických map;
- simulace paleontologického deníku.

Didaktický přínos: Exkurze nabízí možnost pracovat s reálným geologickým záznamem a učit žáky základům vědeckého bádání. Přináší unikátní zážitek „objevu“, který zvyšuje motivaci a zájem o přírodní vědy (Behrendt & Franklin, 2014; Orion & Hofstein, 1994). Lokalita navíc umožňuje propojit učivo o vývoji Země, vznik hornin a vývoj života.

4.3 Badatelská výuka v lokalitě Letenského profilu

Letenský profil je menší, avšak didakticky hodnotná lokalita, vhodná pro realizaci jednodušší badatelské aktivity v blízkosti školy. Nachází se v městském parku a je snadno dostupná pěšky, což umožňuje zařazení do běžného vyučování.

Cíl badatelské výuky: Cílem je rozvoj badatelských dovedností žáků v reálném prostředí a prohloubení znalostí o vlivu geologických podmínek na vegetaci a půdní charakteristiky.

Hypotéza a metodologie: Žáci si kladou výzkumnou otázku: „Jaký je vliv orientace svahu na vegetaci a vlastnosti půdy v Letenském profilu?“ Hypotéza zní: „Rostliny na jižním svahu vykazují větší adaptaci na suché podmínky než na severním.“

Praktická část:

- rozdělení do badatelských týmů a plánování výzkumu;
- odběr vzorků půdy (z různých orientací svahu);
- měření teploty, vlhkosti, pH a struktury půdy;
- pozorování vegetace, tvorba seznamu druhů;
- vyhodnocení údajů a interpretace;
- vytvoření závěrečné prezentace, případně poster.

Další klíčová aktivita, kterou lze v rámci badatelské výuky zařadit, se týká **sledování cykličnosti sedimentace a geotektonických vlivů**, a to zejména ve vztahu k Milankovičovým cyklům

a směrům tlaku, které vedly k náklonu vrstev. Tato aktivita spojuje poznatky ze stratigrafie, paleoklimatologie i strukturální geologie.

Cíl aktivity: Žáci by měli pochopit, jak se střídání horninových vrstev vztahuje k cyklickým změnám klimatu (Milankovičovy cykly) a jak lze interpretovat směr působení geologického tlaku na základě náklonu vrstev v terénu.

Metodika:

- Žáci pozorují vrstvy hornin na lokalitě Letenského profilu, zejména opakování jemnozrnných a hrubozrnných sedimentů.
- S pomocí sklonoměru (geologického kompasu) nebo mobilní aplikace měřící sklon vrstev.
- Zjišťují směr náklonu vrstev – ten často ukazuje na původní směr působení tektonického tlaku během variské (hercynské) orogeneze.
- Výsledky zakreslují do náčrtu profilu, určují orientaci vrstev a snaží se interpretovat, odkud tlak působil.

Teoretické pozadí: Milankovičovy cykly představují astronomické změny v parametrech oběžné dráhy Země (excentricita, obláčivost a precese), které způsobují klimatické výkyvy s periodami desítek až stovek tisíc let. Tyto výkyvy se odrážejí v typu sedimentů, které se ukládají (např. střídání vápenců a prachovců). V Letenském profilu lze pozorovat rytmičné vrstvení, které pravděpodobně odráží tyto cykly (Hinnov & Ogg, 2018).

Zároveň je zde výrazně patrný náklon vrstev směrem na jih až na jihovýchod, což odpovídá hercynskému tlaku přicházejícímu ze severozápadu. Tento náklon lze měřit a použít jako praktický příklad strukturální geologie v terénu (Chlupáč et al., 2002).

Výstupy žáků:

- schéma vrstev s vyznačeným náklonem;
- určení směru působení tlaku;
- diskuze o souvislostech mezi sedimentací a klimatem.

Didaktický přínos: Badatelská aktivita v této lokalitě podporuje samostatnost, zodpovědnost a spolupráci. Žáci se učí formulovat vědecké otázky, plánovat postupy, sbírat data a prezentovat výsledky (Dillon et al., 2006). Zároveň si uvědomují souvislost mezi geologickým podložím, mikroklimatem a biotou, což napomáhá hlubšímu propojení poznatků z geologie, ekologie a klimatologie.

ČÁST II.: Praktická realizace a reflexe

5. Praktická realizace výuky s žáky

V rámci projektových dnů, které na Základní škole Praha 7, Strossmayerovo náměstí probíhaly v květnu pod názvem "Ateliéry", jsem vedla tematicky zaměřený ateliér "Geologie a paleontologie pražského okolí". Tento ateliér se uskutečnil po dobu dvou dnů a zúčastnilo se ho 20 žáků v rozpětí od 5. do 9. třídy. Cílem bylo propojit terénní a badatelskou výuku v autentickém prostředí a ověřit si v praxi efektivitu didaktických přístupů navržených v teoretické části práce.

5.1 Průběh aktivit: Prokopské a Dalejské údolí (Den 1)



Obrázek 13: Aktivita v Prokopském a Dalejském údolí

Zdroj: autorka BP, 2025.

První den jsme se zaměřili na lokalitu Prokopského a Dalejského údolí se zvláštním důrazem na paleontologické aspekty. Trasa vedla z Holyně směrem k lomu Mušlovka. Vzhledem k terénním a časovým omezením byla trasa upravena operativně.

Žáci pracovali s pracovními listy, které obsahovaly pozorovací úkoly a prostor pro náčrtky vrstev a nalezených objektů. V lomu Mušlovka měli žáci možnost hledat fosilie, především úlomky trilobitů, a dokumentovat své nálezy kresbou a popisem.

Z hlediska ochrany geologického dědictví je klíčové, aby sběr fosilií proběhl pouze ze sutě nebo z již uvolněného materiálu. Přímé odběry ze skalních profilů, zejména z chráněných lokalit, mohou nenávratně poškodit geologické útvary a narušit stratigrafický kontext nálezů. V lomu Mušlovka, který je běžně navštěvovaným místem pro školní exkurze, je proto důležité žákům zdůraznit, že smí sbírat pouze zkameněliny volně ležící v suti nebo uvolněné erozní činností. Takový přístup nejen respektuje zásady geologické etiky a ochrany přírody, ale zároveň vede žáky k pochopení, že i z těchto zdrojů lze získat vědecky hodnotné informace (SPNHC, 2025).

S žáky jsme diskutovali o tom, jak a proč se zde tyto zkameněliny objevují a jak souvisejí s vývojem života na Zemi.

Reflexe, co příště udělat jinak, nebo co přidat:

S žáky bych se určitě věnovala i střídání jednotlivých vrstev, které taktéž můžeme v lomu Mušlovka pozorovat, a vysvětlila bych jim, proč takto vypadají. Dále by bylo možné vyzkoušet jednotlivé vrstvy měřit a zakreslovat je pohledem z profilu na papír.



*Obrázek 14: Nález zkameněliny v sutí v Lomu Mušlovka
Zdroj: autorka BP, 2025.*

PRACOVNÍ LIST - DEN 1: Prokopské a Dalejské údolí (5.-9. třída)

1. Jakou barvu má hornina u Prokopského jezírka?
Proč myslíš, že je taková?
Odpověď: _____

2. Nakresli vrstevnatou skálu, kterou jsi dnes viděl/a.
(Nakresli ji do čtverce nebo do volného prostoru na zadní straně.)

3. Viděl/a jsi nějaké zkameněliny?
Nakresli jednu a zkus ji pojmenovat:
Název: _____

4. Co jsme se dnes dozvěděli o tom, jak vznikají zkameněliny?
Odpověď: _____

5. Vybarvi, které horniny jsme viděli:
 - ☐ Vápenec
 - ☐ Břidlice
 - ☐ Pískovec
 - ☐ Žula

6. Jak se podle tebe proměnila tato krajina za miliony let?
Odpověď: _____

- Co je Barrandien? Proč je důležitý pro paleontologii?

- Jak souvisí usazeniny s pohybem mořské hladiny v minulosti?

5.2 Průběh aktivit: Divoká Šárka (Den 2)



Obrázek 16: Průběh aktivit: Divoká Šárka (den 2)
Zdroj: autorka BP, 2025.

Druhý den se exkurze uskutečnila v oblasti Divoké Šárky. Terénní výuka byla zaměřena především na geomorfologii, pozorování krajinného rázu a výklad o geologickém vývoji této oblasti. Žáci kreslili panoramatický profil krajiny směrem na letiště z Nebušické vyhlídky, popisovali horniny a vyvozovali závěry o vzniku okolního prostředí.

Jedna část výuky se věnovala také Milankovičovým cyklům a jejich vlivu na geologický vývoj planety. Tento pojem byl vysvětlen jednoduše a žáci se jej snažili propojit s vývojem krajiny, o níž jsme hovořili i předchozí den v lomu Mušlovka. Zde jsem uvedla, že jednotlivé cykly byly rozdílné, neboť jsou vidět pouze patrně.

Reflexe, co příště udělat jinak, nebo co přidat:

Příště bych více vytěžila potenciál k detailní kresbě skal z profilu a popsání jednotlivých vrstev.

PRACOVNÍ LIST - DEN 2: Divoká Šárka (5.-9. třída)

1. Jak se jmenuje tmavá, velmi tvrdá hornina, kterou jsme dnes viděli?
Odpověď: _____

2. Najdi kámen s ostrými hranami.
Co to napovídá o jeho vzniku?
Odpověď: _____

3. Nakresli profil skály, kterou jsme dnes pozorovali.
(Použij prostor na zadní straně.)

4. Co si představuješ pod pojmem "prastará hornina"?
Může v ní být zkamenělina?
Odpověď: _____

5. Proč je podle tebe krajina v Šárce tak členitá a skalnatá?
Odpověď: _____

6. Co jsou Milankovičovy cykly a jak ovlivňují klima?

7. Kdy zhruba vznikla hornina, kterou jsme dnes zkoumali?

*Obrázek 17: Pracovní list - DEN 2
Zdroj: autorka BP, 2025.*

5.3 Badatelská exkurze: Letenský profil



Obrázek 18: Badatelská exkurze: Letenský profil

Zdroj: autorka BP, 2025.

Třetí výstup proběhl samostatně s žáky 9. třídy v Letenském profilu během tří vyučovacích hodin. Cílem bylo porozumět vztahu mezi geologickým podkladem a vegetací. Po úvodním výkladu si žáci vytvořili vlastní hypotézu a sledovali změny terénu, druhovou skladbu vegetace a celkový ráz lokality. Na základě svých pozorování vytvářeli náčrty, zapisovali rozdíly a doplňovali pracovní listy.

Důležitou součástí výuky byla diskuze o tom, jak se krajina historicky proměnila. Někteří žáci například reflektovali, že území dnešní Prahy bylo v minulosti pod mořem, což jsme dále rozvíjeli při rozhovorech o fosilních nálezech z jiných oblastí.

Reflexe, co příště udělat jinak nebo, co přidat:

Zařadila bych měření sklonů a náklonů jednotlivých vrstev a zjišťování, jakým způsobem a na jakém místě působil tlak, a díky čemu docházelo ke střídání barvy hornin.



Obrázek 19: Informační tabule – Letenský profil
Zdroj: autorka BP, 2025.

Pracovní list: Letenský profil – okno do geologické minulosti Prahy

1. Zakresli profil:

Nakresli horninové vrstvy podle skutečnosti. Zaznamenej jejich barvu a tloušťku.

2. Popiš vrstvy:

Vrstva 1:

Barva:	Hrubost:	Poznámka:
--------	----------	-----------

Vrstva 2:

Barva:	Hrubost:	Poznámka:
--------	----------	-----------

Vrstva 3:

Barva:	Hrubost:	Poznámka:
--------	----------	-----------

3. Co by nám vrstvy mohly říct o minulosti Prahy?

4. Najdi stopy lidské činnosti.

[Popiš, co vidíš – např. zábradlí, betonování, cedule atd.]

Obrázek 20: Pracovní list: Letenský profil
Zdroj: autorka BP, 2025.

5. Vyhledej (cedule, mapa, učitel):

- Jak staré jsou vrstvy?
- K jakému období patří (např. prvohory – ordovik)?

6. Otázka k diskusi:

Jak ovlivňuje geologie stavby, které dnes na Letné stojí?

*Obrázek 21: Pracovní list: Letenský profil
Zdroj: autorka BP, 2025.*

5.4 Reflexe a didaktické zhodnocení

Praktická realizace prokázala, že terénní a badatelská výuka má velký potenciál pro rozvoj přírodovědné gramotnosti. Žáci projevovali větší aktivitu, zájem i schopnost spolupráce. Pracovní listy sloužily jako užitečné vodítko, které vedlo jejich pozorování a přemýšlení.

Velmi pozitivně se ukázalo i propojení přírodopisu, zeměpisu a historie krajiny, což umožnilo mezipředmětové vazby. U mladších žáků bylo třeba upravit náročnost otázek, ale zapojení do práce bylo vysoké napříč věkovým spektrem. Společné diskuse a sdílení nálezů posilovalo týmovou spolupráci a podporovalo motivaci žáků.

Na základě této zkušenosti doporučuji terénní a badatelské aktivity začleňovat do výuky i v městském prostředí, kde je možné realizovat smysluplné programy bez nutnosti složité logistiky. Podle mé zkušenosti žáci vnímají výuku v terénu jako dobrodružství, které jim pomáhá lépe porozumět učivu a zažít spojení s přírodou i ve městě.

5.5 Tvorba a využití pracovních listů

Pracovní listy byly připraveny tak, aby umožnily diferencovanou výuku – obsahovaly úkoly různých obtížností, které podporovaly samostatnost i kreativitu. Využívala jsem principy badatelské výuky a snažila se klást otevřené otázky, které by žáky vedly k vlastnímu přemýšlení.

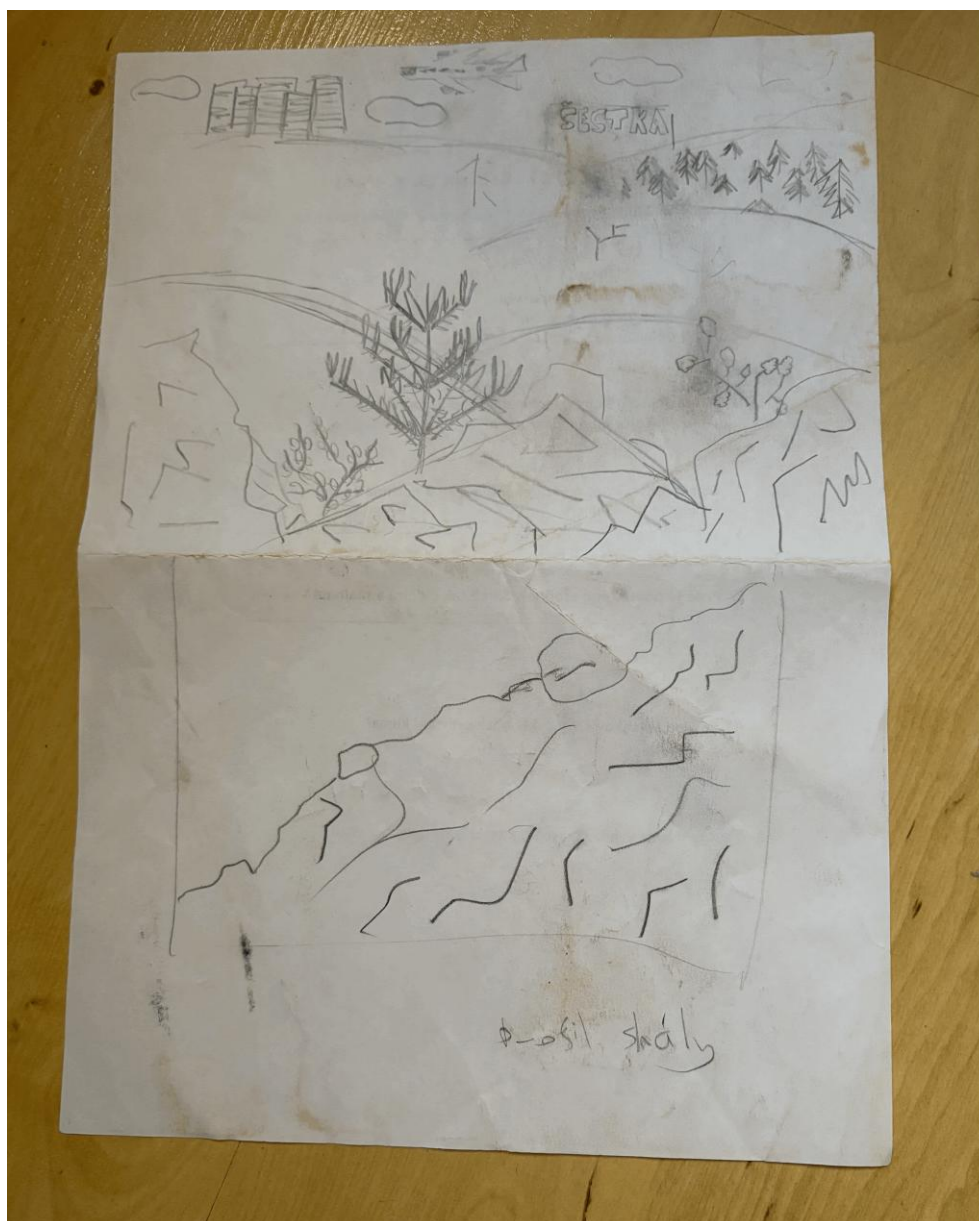
Součástí listů byly kresby, jednoduché náčrty vrstev, popis nálezů a otázky typu „Co zde kdysi mohlo být?“, „Jaký vliv má hornina na podobu krajiny?“ nebo „Jakou má souvislost nalezená fosilie s tím, kde se právě nacházíme?“

5.6 Analýza žákovských výstupů

Z vyplněných pracovních listů vyplývá, že většina žáků byla schopna se orientovat v základních geologických pojmech. Jejich odpovědi byly relevantní k tématu a často velmi přesně vyjadřovaly vztah mezi tím, co viděli, a tím, co si z výkladu odnesli. Například:

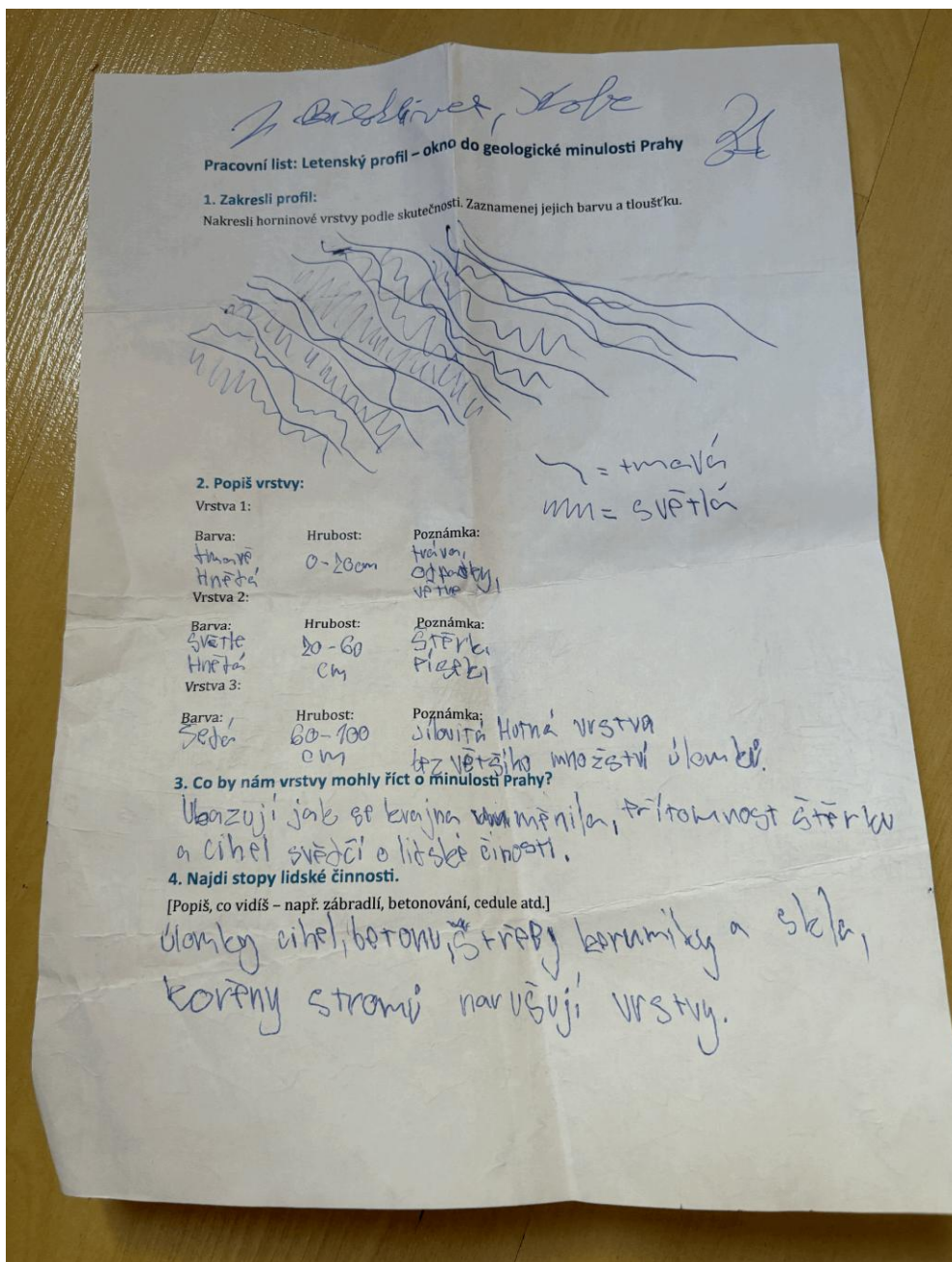
- U otázky „Co si myslíš, že zde kdysi bylo?“ převažovala odpověď „moře“, často s vysvětlením „protože jsme našli zkamenělinu“, „protože skála vypadá jako, že se na ní něco usazovalo“.
- Některé odpovědi se snažily pojmenovat vrstvy jako „vápenec“ nebo „břidlice“, ačkoliv s chybami – bylo ale zřejmé, že žáci pracovali s vlastními zkušenostmi z výkladu i pozorování.
- Starší žáci více uvažovali v souvislostech – např. „Byla tady jiná krajina, protože jsou tu staré tmavé horniny.“

Obrázek: Náčrt žáka, který zachycuje panoramatický náčrtek z pohledu Nebušické vyhlídky

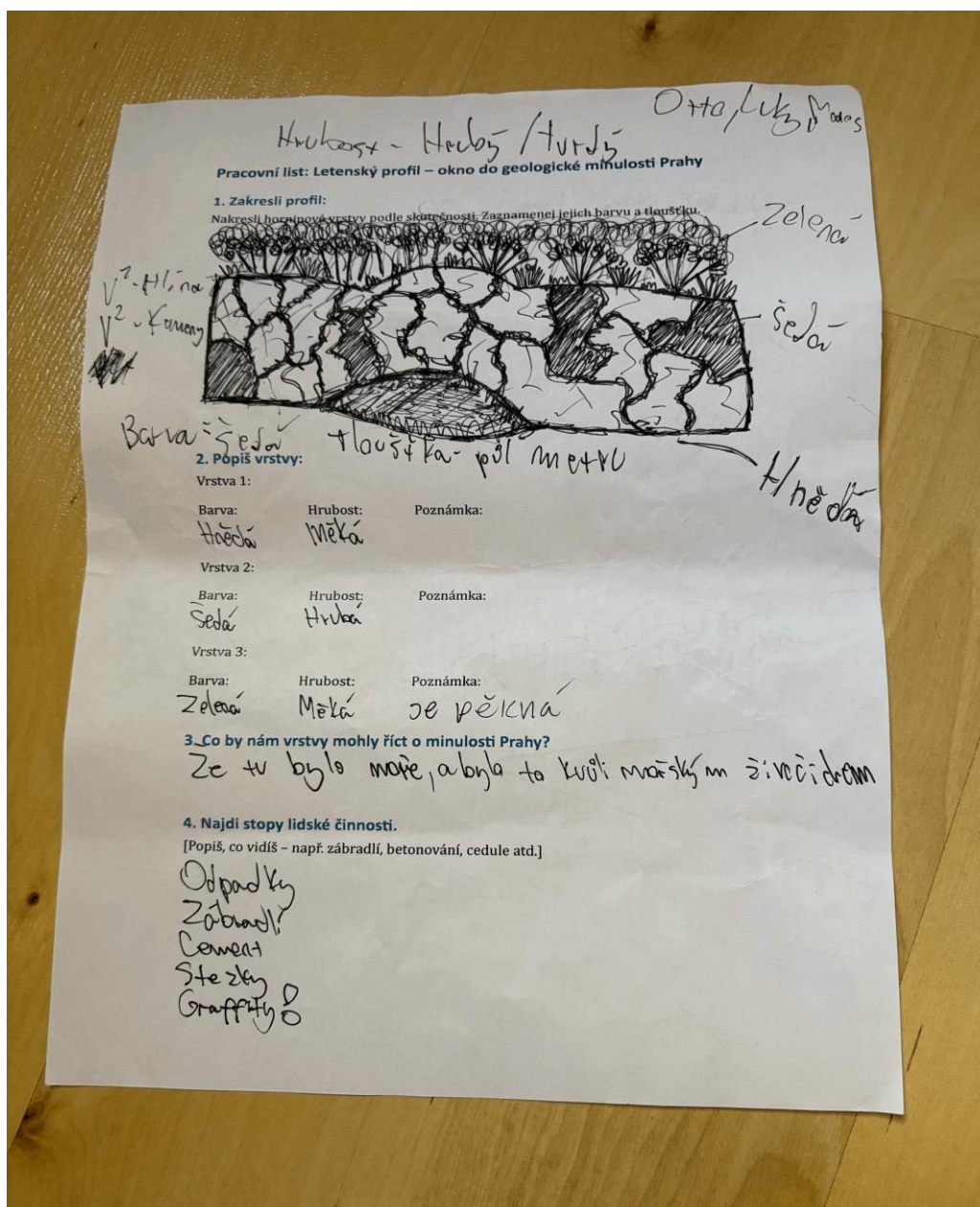


*Obrázek 22: Náčrt žáka, který zachycuje panoramatický náčrtek z pohledu Nebušické vyhlídky
Zdroj: autorka BP, 2025.*

V Letenském profilu se objevily náčrty, kde žáci spojovali urbanismus s přírodním podkladem – např. „Na kopci jsou stromy, dole domy. Asi to souvisí s tím, že tam není skála.“ Tyto výstupy ukazují, že i bez důrazu na přesnost odborných názvů dokázali žáci smysluplně uchopit podstatu geologických jevů.

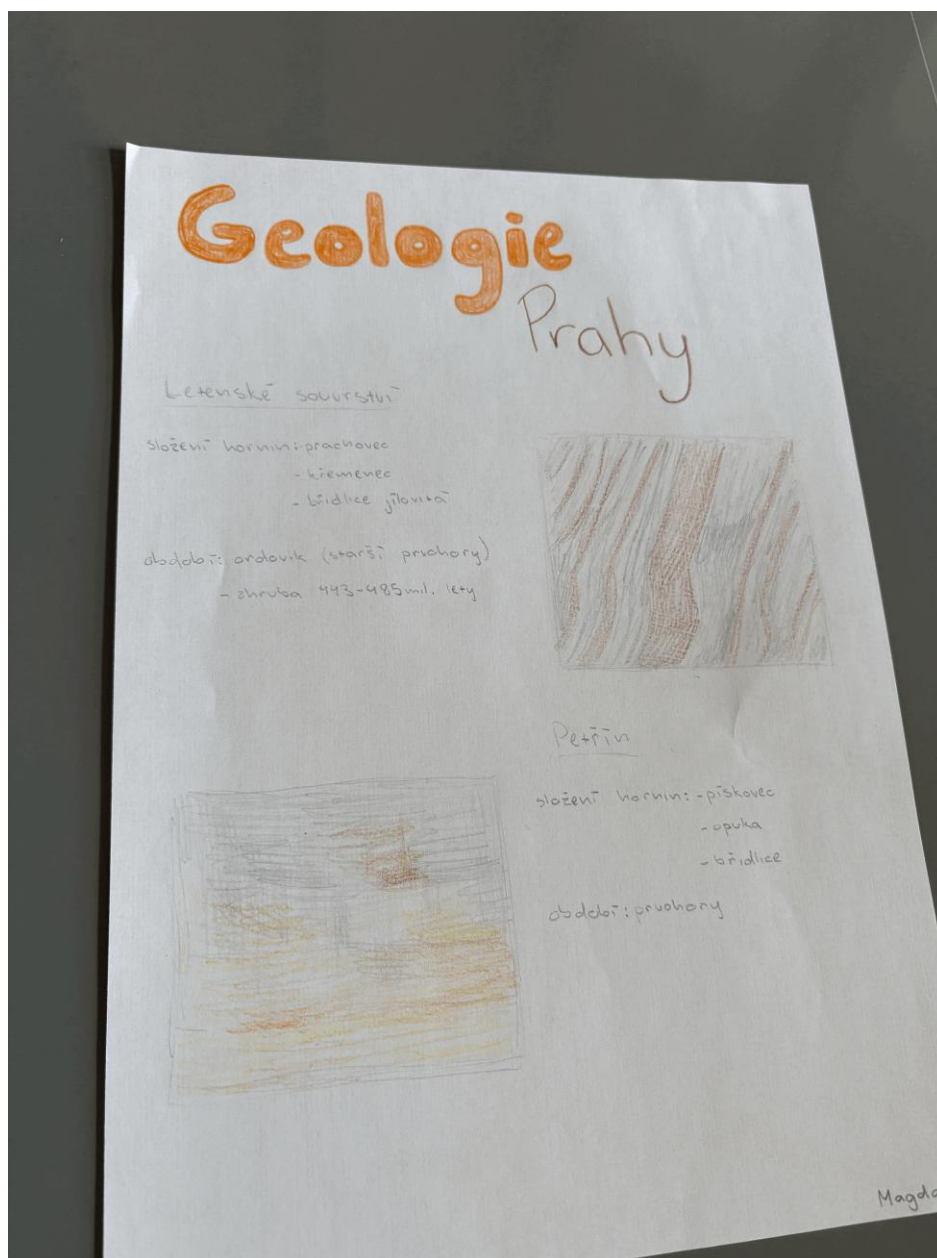


Obrázek 23: Vypracovaný pracovní list žáka 9. třídy s nákresey jednotlivých vrstev Letenského profilu
Zdroj: autorka BP, 2025.

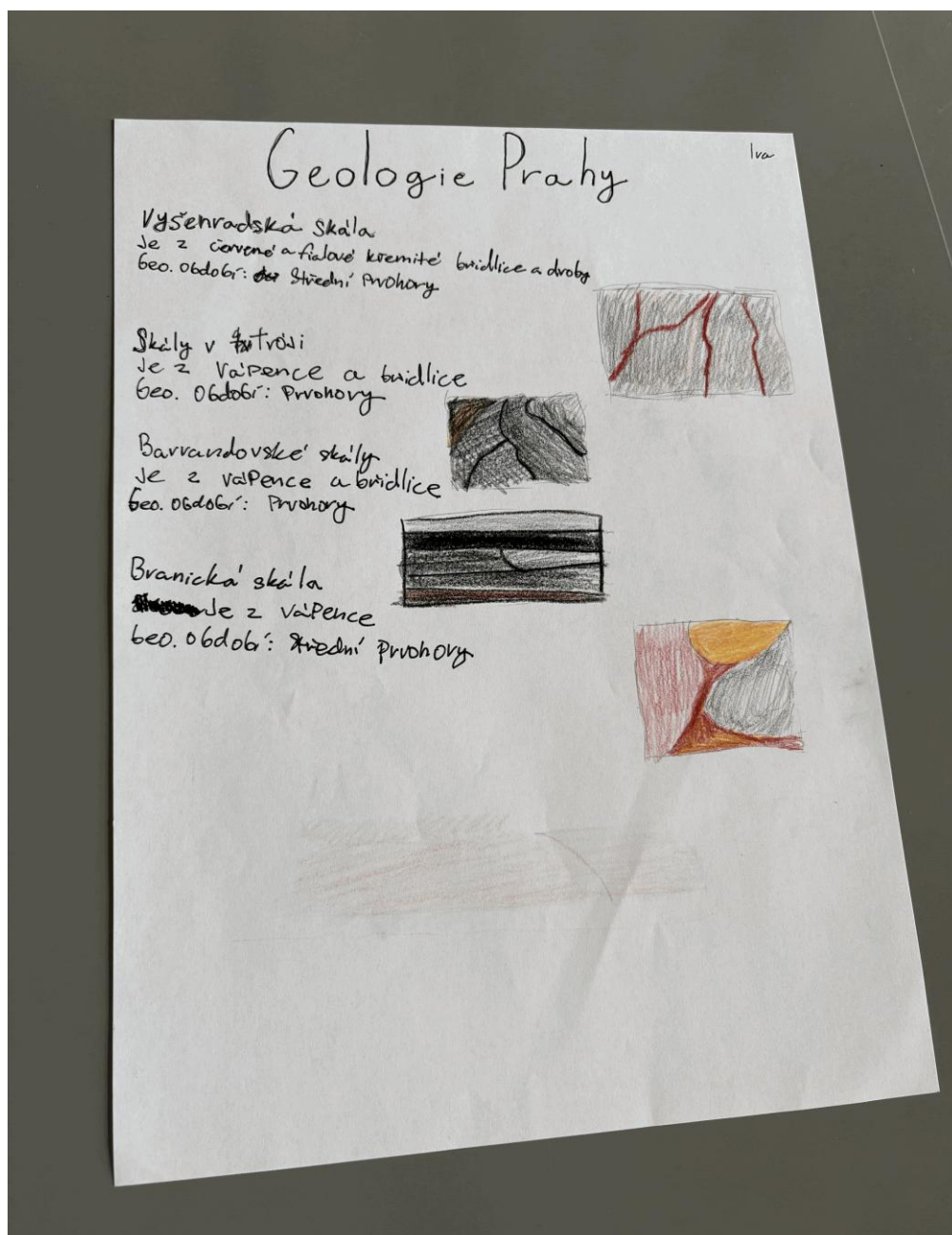


Obrázek 24: Vypracovaný pracovní list žákyně 9. třídy, která pozorovala jinou strukturu vrstvení Letenského profilu na Letné
Zdroj: autorka BP, 2025.

V 9. ročníku, který byl v terénu v rámci pozorování Letenského profilu, proběhly i hodiny, kdy měli žáci na plakát zmapovat důležitá geologická místa Prahy. Níže jsou fotografie několika výstupů, ve kterých se žáci zaměřují na vzhled vybraných míst a druhů hornin, jež se zde vyskytují.



Obrázek 25: Poster z hodiny, kde žákyně 9. třídy znázorňuje pro ni důležité informace z geologie Prahy
Zdroj: autorka BP, 2025.



Obrázek 26: Poster žákyně 9. třídy, která názorně obrázky znázornila geologickou různorodost Prahy
Zdroj: autorka BP, 2025.

5.7 Učitelská reflexe

Během realizace jsem si uvědomila důležitost adaptability. Musela jsem bezprostředně reagovat na proměnlivé aktuální podmínky, přizpůsobit trasy, upravit výklad dle toho, co žáci zrovna pozorovali.

Byla to zkušenost, která mi umožnila být více v roli facilitátora – ne toho, kdo sděluje fakta, ale toho, kdo klade otázky a podporuje samostatné myšlení.

Zároveň jsem viděla, jak moc může přímý kontakt s krajinou ovlivnit motivaci dětí – i méně aktivní žáci se zapojovali, sdíleli své postřehy, diskutovali. Práce v terénu jim pomáhá nejen porozumět

učivu, ale i vytvořit si k přírodě vztah. Také bylo hezké zde pozorovat vrstevnické učení, neboť tato skupina žáků byla věkově smíšená, jednalo se o žáky z 5. až 9. ročníku.

5.8 Případová studie: Žáci v terénu

Jedna žákyně 5. ročníku se velmi zajímala o horniny – sama se při pozorování v Divoké Šárce ptala, proč je skála rozpraskaná a jak vznikla. Ve svém listu se pokusila zaznamenat proces zvětvávání a do náčrtu doplnila šipky s vysvětlením.

Jiný žák 6. ročníku během aktivity v lomu našel několik úlomků a při závěrečné reflexi přirovnal nalezené zkameněliny k "důkazům o minulosti". Překvapila ho informace, že trilobiti žili dávno před dinosaury, což si propojil s faktem, že „i věci, co vypadají obyčejně, mohou být hodně staré“.

Tyto příklady ukazují, že výuka v terénu má potenciál oslovit široké spektrum žáků a vést je k hlubšímu vnímání přírody a její historie.



Obrázek 27: Žáci vytvářející panoramatický nákres krajiny z výhledu na Nebušické vyhlídce v Divoké Šárce

Zdroj: autorka BP, 2025.

5.9 Hlubková analýza žákovských výstupů a jejich relevance

Po prostudování žákovských pracovních listů je zřejmé, že odpovědi většiny žáků odpovídaly cílům výuky a reflektovaly probíraná témata. I méně zkušení žáci dokázali pracovat s klíčovými pojmy jako „usazenina“, „vrstva“, „zkamenělina“ nebo „mořské prostředí“.

Výpovědi byly formulovány jednoduše, ale smyslně. Například:

- „Tohle bude asi z moře, protože jsme našli něco jako ulitu.“
- „Ta skála je hodně vrstevnatá.“

V některých případech došlo k domněnkám, které však vycházely z logického uvažování a byly příležitostí k diskuzi („Možná to byla sopka?“ – u vápencové skály).

Celkově lze říci, že pracovní výstupy byly nejen tematicky relevantní, ale prokazovaly i schopnost aplikace poznatků na pozorovanou realitu. Žáci dokázali převést nové informace do vlastní řeči a spojovat je s konkrétním místem a situací.

6. Závěr, shrnutí a reflexe

Závěrečná kapitola této práce shrnuje klíčové poznatky týkající se geologie pražského okolí a možností jejího didaktického využití při terénní a badatelské výuce přírodopisu na 2. stupni základní školy. Vychází z praktické analýzy tří vybraných lokalit (Divoká Šárka, Prokopské údolí-Barrandov, Letenský profil) a současně z teoretického rámce založeného na výzkumu didaktiky přírodních věd.

Klíčové geologické charakteristiky pražského okolí

Území hlavního města Prahy a jeho bezprostřední okolí tvoří pestrou geologickou mozaiku s výskytem hornin od starohor až po recent. Dominantní oblastí je tzv. Barrandien, geologická jednotka tvořená převážně sedimentárními horninami paleozoického stáří – zejména ordoviku, siluru a devonu. Charakteristickými horninami této oblasti jsou břidlice, vápence, fylity a kvarcity.

Barrandien je rovněž známý výjimečným výskytem fosilií, které dokládají vývoj života v prvohorách. Například oblast Prokopského údolí je typická hojným výskytem trilobitů, ramenonožců a korálů. V kontrastu s tím stojí Divoká Šárka s převažujícími metamorfitickými horninami starohorního stáří (fylity, břidlice, křemence), které dokumentují dávné geotektonické procesy a přinášejí možnost studia zvětrávání, usazenin a ekologických interakcí.

Letenský profil pak reprezentuje městskou lokalitu s geologickými odkryvy a příležitostmi pro jednodušší badatelské úkoly. Tato rozmanitost činí pražské okolí mimořádně vhodným pro realizaci terénních výukových programů zaměřených na geologii.

Efektivní využití terénní a badatelské výuky

Terénní výuka je nenahraditelným nástrojem pro hlubší porozumění geologickým jevům. Umožňuje žákům zažít realitu vědecké práce v prostředí, které je autentické a kontextové (Rickinson et al., 2004). Využitím terénní výuky v lokalitách jako Divoká Šárka či Prokopské údolí dochází k propojení poznatků z učebnic s konkrétními přírodními jevy. Klíčové je systematické plánování výukové trasy, přiměřenost aktivit věku a úrovni znalostí žáků a využití vhodných didaktických pomůcek (mapy, pracovní listy, kompas, lupy, atd.).

Badatelská výuka (IBSE) přináší žákům možnost převzít aktivní roli v procesu učení – ptát se, formulovat hypotézy, experimentovat, vyvozovat závěry. V kontextu geologických exkurzí to znamená např. zkoumat rozdíly v půdní vlhkosti na různých svazích, určovat typy hornin podle vzhledu a tvrdosti, nebo porovnávat vegetaci na podkladě různého složení hornin. Důraz je kladen na samotný proces – nikoli jen výsledek. IBSE v kombinaci s terénní výukou umožňuje naplnit požadavky RVP ZV na rozvoj přírodovědné gramotnosti a kompetencí k učení, komunikaci, řešení problémů a práci s informacemi (MŠMT, 2021).

Hlavní přínosy pro žáky

Z výzkumů (např. Beames et al., 2012; Blum, 2009; Behrendt, 2014) i praktické zkušenosti vyplývá, že:

- Žáci si lépe pamatují učivo, které si prožijí v autentickém kontextu.
- Dochází k rozvoji spolupráce a komunikačních dovedností při týmové práci.
- Žáci získávají pozitivnější vztah k přírodním vědám.
- Terénní a badatelské aktivity podporují samostatnost, odpovědnost a motivaci k učení.
- Dochází ke zvyšování environmentální senzitivity a vnímání širších ekologických souvislostí.

Například při exkurzi do Prokopského údolí žáci nejen pozorují vrstvy hornin, ale zároveň zažívají reálný výzkum – hledají fosilie, analyzují sedimenty, tvoří vlastní hypotézy. V Letenském profilu si pak osvojují základy ekologického myšlení skrze měření a srovnávání podmínek na různých stanovištích.

Doporučení pro praxi a možnosti dalšího výzkumu

Pro úspěšnou realizaci geologicky zaměřené terénní a badatelské výuky doporučuji;

- využít dostupné městské lokality, které nevyžadují náročnou logistiku.;
- integrovat výuku geologie s biologií, ekologií a zeměpisem;
- vytvářet pracovní listy přizpůsobené konkrétní lokalitě a věku žáků;
- posilovat kompetence učitelů v oblasti terénní didaktiky.

Další výzkum by se mohl zaměřit na:

- longitudinální sledování dopadu terénní výuky na znalosti a postoje žáků;
- vývoj a ověřování nástrojů pro hodnocení badatelské výuky v přírodních podmínkách;
- možnosti zařazení digitálních technologií (např. mobilních aplikací, rozšířené reality) do výuky geologie v terénu.

Závěrem lze říci, že geologie pražského okolí představuje mimořádně cenný vzdělávací potenciál, který – při vhodné didaktické realizaci – napomáhá rozvoji přírodovědného myšlení, environmentálního uvědomění i klíčových kompetencí žáků. Propojování terénní a badatelské výuky není pouze efektivní metodou, ale i cestou k tomu, aby se žáci stali zvědavými, kritickými a informovanými členy společnosti.

Seznam použitých zdrojů

AMOS, Ruth a REISS, Michael J. *The Benefits of Residential Fieldwork for School Science: Insights from a Five-year Initiative for Inner-City Students in the UK*. International Journal of Science

ANDERSON, Ronald D. Reforming Science Teaching: What Research Says about Inquiry. *Journal of Science Teacher Education*. 2002, 13(1), s. 1–12. DOI: 10.1023/A:1015171124982.

BALLANTYNE, R., & PACKER, J. (2009). Introducing a fifth pedagogy: Experience-based strategies for facilitating learning in natural environments. *Environmental Education Research*, 15(2), 243–262.

BANCHI, Heather a BELL, Randy. *The Many Levels of Inquiry*. *Science and Children*. 2008, 46(2), s. 26–29. ISSN 0036-8148.

BARRANDE, Joachim. *Système silurien du centre de la Bohême*. Prague: Granit, 1999. ISBN 80-858-0582-0.

Barrandovské skály [online]. 2024 [cit. 2025-06-26]. Dostupné z: <https://envis.praha.eu/rocenky/NEZIVA/kap02.htm>

BEAMES, Simon; HIGGINS, Peter; NICOL, Robbie. *Learning Outside the Classroom: Theory and Guidelines for Practice*. Abingdon: Routledge, 2011 (2012)

BEHRENDT, Marc S.; FRANKLIN, Teresa. *A Review of Research on School Field Trips and Their Value in Education*. International Journal of Environmental & Science Education [online]. 2014, 9(3), s. 235–245 [cit. 2025-06-27]. DOI: 10.12973/ijese.2014.213a

BLUM, Robert W. School Connectedness: Improving the Lives of Students. *Educational Leadership*. 2005, 62(7), s. 16–19. ISSN 0013-1784.

DOSTÁL, Jiří. *Badatelsky orientovaná výuka: Pojetí, podstata, význam a přínosy* [online]. 2015 [cit. 2025-06-26]. Dostupné z: doi:10.5507/pdf.15.24443935

DURAN, Lena B. a Duran, Emilio. *The 5E Instructional Model: A Learning Cycle Approach for Inquiry-Based Science Teaching*. *The Science Teacher*. 2004, 71(4), s. 44–47. ISSN 0036-8555.

Education [online]. 2012, 34(4), s. 485–511 [cit. 2025-06-27]. DOI: 10.1080/09500693.2011.585476.

FATKA, Oldřich; LEROSEY-AUBRIL, Rudy; BUDIL, Petr; RAK, Štěpán. *Fossilised guts in trilobites from the Upper Ordovician Letná Formation (Prague Basin, Czech Republic)*. *Bulletin of Geosciences*, 2013, 88(1), s. 95–104. DOI: 10.3140/bull.geosci.1329

FATKA, Oldřich; MERGL, Dušan. Devonian facies and stratigraphy of the Prague Basin (Barrandian area, Czech Republic). *Bulletin of Geosciences*. 2009, 84(1), s. 23–38. DOI:10.3140/bull.geosci.10424.

Geologická mapa Barrandienu. *Geoučitel* [online]. 2021 [cit. 2025-06-26]. Dostupné z: <https://blog.geoucitel.cz/2021/01/geologicka-mapa-barrandien>

Geologie a Praha. *Geologie a Praha* [online]. [cit. 2025-06-26]. Dostupné z: <https://envis.praha.eu/rocenky/NEZIVA/kap02.htm>

HAVLÍČEK, V., KUKAL, Z. (1990). *Geologická historie území České republiky*. Praha: SPN.

HAVLÍČEK, Václav & KUKAL, Zdeněk (1990), *Geologická historie území České republiky*. Praha: SPN, 1990.

HINNOV, Linda A. *Cyclostratigraphy and its revolutionizing applications in the earth and planetary sciences*. Geological Society of America Bulletin [online]. 2013, [cit. 2025-06-27].

HODSON, Derek. *Learning Science, Learning about Science, Doing Science: Different Goals Demand Different Learning Methods*. *International Journal of Science Education*. 2014, 36(15), s. 2534–2553. ISSN 0950-0693. DOI: 10.1080/09500693.2014.899722.

CHLUPÁČ, Ivo; BRZOBOHATÝ, Rostislav; KOVANDA, Jiří a STRÁNÍK, Zdeněk. *Geologická minulost České republiky*. Praha: Academia, 2002. ISBN 80-200-0914-0.

CHRÁSKA, Miroslav. *Metody pedagogického výzkumu: vědecký výzkum a analyzování, statistické metody, výhody a nevýhody kvantitativního přístupu, měření v pedagogickém výzkumu, metody zpracování výsledků, sběr dat : základy kvantitativního výzkumu*. Pedagogika. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1369-4.

KOLB, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.

KRAFT, P. & KRAFT, J. (2003). “Facies of the Klabava Formation (?Tremadoc – Arenig) and their fossil content (Barrandian area, Czech Republic).” *INSUGEO Serie Correlación Geológica*, 17, s. 309–314.

KŘÍBEK, B., et al. (2014). *Atlas geologických lokalit Prahy a okolí*. Praha: Česká geologická služba.

KŘÍBEK, Bohuslav et al. *Atlas geologických lokalit Prahy a okolí*. Praha: Česká geologická služba, 2014.

KUBÍKOVÁ, Jarmila, Vojen LOŽEK a Pavel ŠPRYŇAR, ed. *Chráněná území ČR*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2005. Chráněná území České republiky Sv.12. ISBN 80-860-6469-7.

KUKAL, Zdeněk. *Stratigrafie a litologie Letenského profilu*. Praha: Přírodovědecká fakulta UK, 1983. Interní materiál.

MATĚJKA, D. (2006). *Vývoj české krajiny v kvartéru*. Přírodovědecká fakulta UK - interní práce

MŠMT. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (RVP ZV)* [online]. Praha: MŠMT, 2021 [cit.2025-06-27]. Dostupné z: <https://www.edu.cz/wp-content/uploads/2021/07/RVP-ZV-2021.pdf>

NEUBAUEROVÁ, Kristýna; KUKAL, Zdeněk; TÁBORSKÝ, Zdeněk; VAJSKEBROVÁ, Markéta a ŠARIČ, R., Praha: Česká geologická služba, 2014. ISBN 978-80-7075-869-4.

INTERACADEMIES PANEL. *The Case for Inquiry-based Science Education – IBSE* [online]. 2021 [cit. 2025-06-27]. Dostupné z: <https://www.interacademies.org/publication/case-inquiry-based-science-education-ibse-0>

ORION, Nir; HOFSTEIN, Avi. *Factors That Influence Learning during a Scientific Field Trip in a Natural Environment*. Journal of Research in Science Teaching. 1994, 31(10), s. 1097–1119.

PEŠEK, Jaroslav et al. *Late Paleozoic limnic basins and coal deposits of the Czech Republic*. ResearchGate, 2001. (dokument shrnuje permokarbonové sedimenty ČR)

RICKINSON, Mark et al. *The value of outdoor learning: evidence from research in the UK and elsewhere*. School Science Review. 2006, 87(320), s. 87–94. ISSN 0036-6811.

SPNHC (Society for the Preservation of Natural History Collections). *Fossil Collecting Code of Conduct* [online]. 2025 [cit. 2025-06-27]. Dostupné z: <https://spnhc.org/fossil-collecting-code-of-conduct/>

TEPLÁ, Milada a DISTLER, Petr. *The impact of long-term inquiry-based science education on students' motivation and knowledge acquisition*. Nature Communications [online]. 2025, 12, Article 239 [cit. 2025-06-27]. Dostupné z: [open access URL]

VÁCHAL, J. (2020). *Terénní výuka a její metodika v přírodovědném vzdělávání*. Masarykova univerzita.

Zdroje obrázků

Obrázek 1: HYLSKÝ, Rudolf (1949): Foto - Hlubočepské údolí, útesové vápence. In: Fotoarchiv České geologické služby [online databáze]. Praha, Česká geologická služba [cit. 2025-06-26]. Dostupné z: <https://foto.geology.cz/9494>

Obrázek 2: CHLUPÁČ, Ivo. *Geologické zajímavosti pražského okolí*. s. 18. Praha: Academia, 1988.

Obrázek 3: BOKR, Pavel. *Geologická mapa Barrandienu*. Online. In: Muzeum Českého krasu. 2021. Dostupné z: <http://muzeum-beroun.cz/04/2021/geologicka-minulost-barrandienu-v-souvislostech/>. [cit. 2025-06-26].

Obrázek 4: KŘÍŽ, Jiří. *Joachim Barrande*. Online. In: Eshop České geologické služby. 1999. Dostupné z: <http://muzeum-beroun.cz/04/2021/geologicka-minulost-barrandienu-v-souvislostech/>. [cit. 2025-06-26].

Obrázek 5: CHLUPÁČ, Ivo. *Geologické zajímavosti pražského okolí*. s. 15. Praha: Academia, 1988.

Obrázek 6: autorka BP, 2025.

Obrázek 7: autorka BP, 2025.

Obrázek 8: autorka BP, 2025.

Obrázek 9: CHLUPÁČ, Ivo. *Geologické zajímavosti pražského okolí*. s. 79. Praha: Academia, 1988.

Obrázek 10: autorka BP, 2025.

Obrázek 11: autorka BP, 2025.

Obrázek 12: autorka BP, 2025.

Obrázek 13: autorka BP, 2025.

Obrázek 14: autorka BP, 2025.

Obrázek 15: autorka BP, 2025.

Obrázek 16: autorka BP, 2025.

Obrázek 17: autorka BP, 2025.

Obrázek 18: autorka BP, 2025.

Obrázek 19: autorka BP, 2025.

Obrázek 20: autorka BP, 2025.

Obrázek 21: autorka BP, 2025.

Obrázek 22: autorka BP, 2025.

Obrázek 23: autorka BP, 2025.

Obrázek 24: autorka BP, 2025.

Obrázek 25: autorka BP, 2025.

Obrázek 26: autorka BP, 2025.

Obrázek 27: autorka BP, 2025.

Přílohy

Milankovičovy cykly - co to je a kde je najdeme?

Milankovičovy cykly jsou dlouhodobé změny v pohybu Země kolem Slunce, které způsobují střídání **teplejších a chladnějších období** (například dob ledových). Způsobují změny v množství slunečního záření dopadajícího na Zemi - to ovlivňuje klima, hladinu moří a tím i druhy hornin, které se ukládají.

Existují tři hlavní typy cyklů:

1. **Excentricita** (tvar dráhy Země kolem Slunce) - mění se za 100 000 let
 2. **Precese** (kývání zemské osy) - asi 26 000 let
 3. **Obliquita** (náklon zemské osy) - asi 41 000 let
-

Jak cykly měříme a poznáváme?

V terénu jako Prokopské údolí **nevidíme přímo změny Země na oběžné dráze**, ale **pozorujeme, jak se střídaly podmínky, když se klima měnilo**:

Střídání vrstev (např. vápenec-břidlice)

➡ svědčí o tom, že se měnila hloubka moře, množství života i chemické složení vody - právě v důsledku klimatických cyklů.

Změny barvy a složení vrstev

➡ v teplých obdobích se ukládají světlé vápence, v chladnějších více tmavých jílovitých hornin.

Izotopová měření a mikroskopické analýzy (používají vědci)

➡ zkoumají poměry kyslíku ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) v usazeninách a schránkách živočichů → ukazují na kolísání teplot a ledu na pólech.

V Prokopském údolí to můžeš pozorovat takto:

- Podívej se na **střídající se vrstvy v lomu nebo u jezírka**
- Zeptej se: Proč se střídají? Jaká mohla být tehdy podnebí?
- Zkus **nakreslit rytmus vrstev** - každá může odpovídat určitému období v historii Země.