

Geolog ve městě

Shrnutí

Během každé výuky hornin je třeba využívat vzorků přírodnin ze školních sbírek. Ne vždy se však jedná o vzorky ideální, tj. takové, na kterých by byly na první pohled vidět základní znaky. Mnohé vzorky jsou zašlé, zaprášené, oškrábané, omlácené nebo neukazují texturní či kompoziční variabilitu díky nedostatečné velikosti.

Jednou z možných alternativ, jak tento handicap dohnat, je geologická vycházka do přírody. Ale ani to není v rámci běžné výuky snadné uskutečnit. Problém může představovat například časová dotace (nutnost suplování ostatních hodin za vyučujícího), finanční stránka (kompenzace suplujícího učitele, cena jízdenky), neznalost vhodného místa geologických lokalit. Navíc přírodní odkryvy mohou být ve špatně dostupném terénu, navětralé, porostlé mechem a lišejníkem, což jsou věci, které odvádějí pozornost studentů a znesnadňují pozorování některých znaků hornin.

Zbývá tedy ještě jedna alternativa – poohlédnout se po kamenných dlažbách a obkladech exteriérů budov ve městech. Ty jsou lehce dostupné, navíc mnohé z obkladových bloků průčelních stěn budov jsou vyleštěné a v dosažitelné výši (obklady jsou výhodnější než dlažby, protože nejsou rozbité, zašlapané, zalepené žvýkačkami nebo jinak znečištěné).

Stačí tedy najít budovy nebo ulice v okolí školy, kde jsou leštěné kamenné obklady použity, a praktické geologické cvičení může začít. Během něj budou studenti pozorovat větší expozice některých ze základních přírodních materiálů používaných na obklady budov, osvojí si praktické poznávání hornin a seznámí se s jejich variabilitou a využitím.

1

Cílová skupina

9. třída základní školy, gymnázia, 20-30 žáků rozdělených do menších skupin

Časová náročnost

45 - 90 minut, podle velikosti vybraného prostoru a typů horninových obkladů a množství lokalit

Prostorové požadavky

Exteriéry budov s obklady z přírodních materiálů.

Klíčové otázky

- K čemu se používají horniny?
- Které horniny se používají pro obkladové účely?
- Které obkladové kameny pochází z českých lokalit a které ze zahraničních?

Získané dovednosti a znalosti

Studenti

- si osvojí praktické poznávání hornin
- si vyvodí poznatky o použití hornin ve svém bezprostředním okolí
- naučí se všimnout si rozdílů ve stavbách a složení hornin a sledovat jejich souvislost se základními geologickými procesy
- získají poznatky o cenových relacích a dostupnostech přírodních horninových materiálů

Návaznost na RVP

Základní škola

Člověk a příroda: Přírodopis (neživá příroda):

- Žák rozpozná podle charakteristických vlastností vybrané nerosty a horniny s použitím určovacích pomůcek
- Žák rozliší důsledky vnitřních a vnějších geologických dějů včetně geologického oběhu hornin i oběhu vody

2

Gymnázium

Geologie:

- Student určí nerostné složení a rozpozná strukturu běžných magmatických, sedimentárních a metamorfovaných hornin

Materiál

Vzorky přírodnin ze školní sbírky, které odpovídají typům hornin použitých na obkladech budov v okolí. Z dalších pomůcek budou žáci potřebovat zápisník, kopii detailní mapy ulice nebo části města a tužku.

V Českých Budějovicích jsou nejvhodnějšími místy Lannova třída a náměstí Přemysla Otakara II. Pro pozorování hornin na Lannově třídě je zapotřebí si připravit následující vzorky světlé jemnozrnné žuly, tmavšího granodioritu, hrubozrnného tmavého dioritu, larvikitu, liberecké žuly, pískovce, travertinu a biogenního vápence. Pokud se uvedené (ani podobné) horniny nevyskytují ve školní sbírce, je možné použít obrázky s popisy z učebnic či internetu.

Podrobné pokyny

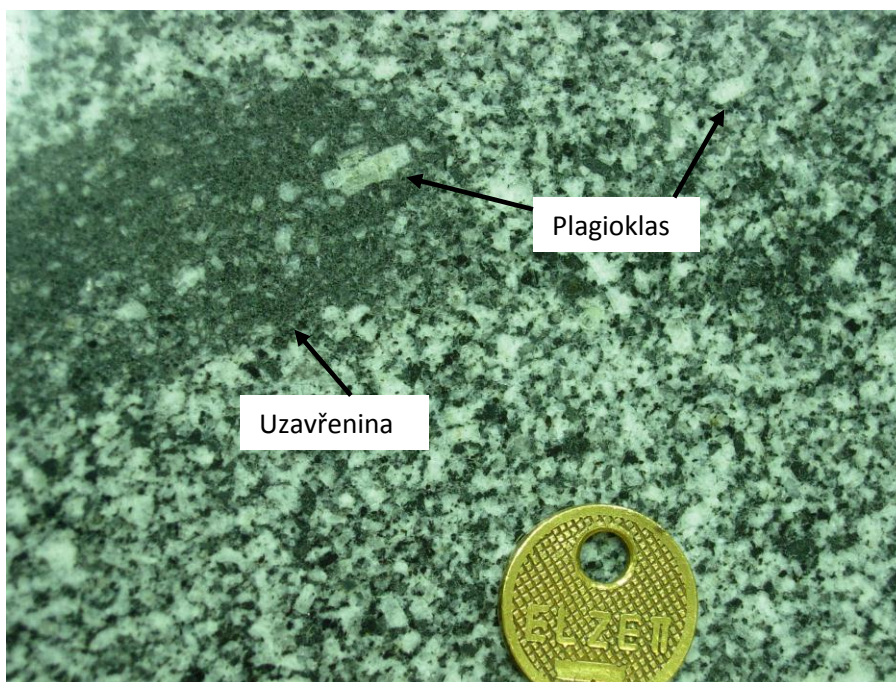
1. Před prohlídkou ulice nebo části města je vhodné, aby se žáci blíže seznámili s typy hornin, které budou na obkladech budov pozorovat. Pomůže jim to nejen se správnou identifikací hornin, ale také s vnímáním některých zajímavých textur, které mohou dané obkladové horniny obsahovat. Nemusí se přímo jednat o vzorky obkladových hornin (ve většině případů to ani není možné), pro ilustraci stačí použít podobné typy hornin ze školních sbírek. V rámci této úlohy je také možné nechat žáky pátrat po nějaké vybrané „neznámé“ hornině, která se v oblasti vyskytuje v podobě obkladového kamene, ale jejíž vzorek nebude do předběžného seznámení zařazen. Mělo by se jednat o jeden ze základních typů hornin probíraných v předchozí výuce. Žáci tak budou nuceni prozkoumat všechna zákoutí, aby „neznámou“ horninu objevili a navíc budou muset využít svých znalostí k její identifikaci, zařazení a popisu.
2. Žáci se rozdělí do menších skupin, jejichž úkolem bude „mapovat“ typy přírodních obkladových materiálů vybraných částí města nebo ulice v daném časovém horizontu. K mapování budou žáci potřebovat zápisník, tužku a kopii mapy ulice nebo části města. Do mapy si zaznamenají místo výskytu, kterému přiřadí pořadové číslo. Do zápisníku si pod odpovídajícím pořadovým číslem zapíšou název horniny, popis místa výskytu, mineralogické složení a pozorované textury, popřípadě variace barev, složení nebo velikostí zrn.
3. Po uplynutí předem určené doby se studenti vrátí do učebny, kde proběhne porovnání jednotlivých popisů a kontrola správnosti identifikace a zařazení „neznámé“ horniny.
4. Úloha může pokračovat samostatnou prací, během které si žáci vyhledají některé zdrojové lomy obkladových materiálů a orientační ceny.

3

Pokyny pro úlohu proveditelnou v Českých Budějovicích na Lannově třídě:

1. V učebně si připravte pro studenty vzorky (nebo obrázky) hornin, které jsou shodné (nebo podobné) s obkladovými kameny nacházejících se na exteriérech budov Lannovy třídy. Jedná se o granodiorit, světlou jemnozrnnou žulu, hrubozrnnou libereckou žulu, diorit s vyrostlicemi bílých plagioklasů, larvicit (odrudá syenitu), migmatit, travertin, pískovec a biogenní vápenec. Žáci by si měli na těchto vzorcích procvičit jejich identifikaci a zařazení do základních typů hornin (vyvřelé, usazené a přeměněné). Pokud je to možné, tak by měli být upozorněni na některé zajímavosti, které se mohou v těchto horninách vyskytovat. Jedna z hornin by měla být z ukázek vynechána, aby po ní mohli studenti pátrat. Nejideálnějším adeptem pro „hledanou“ horninu je migmatit, protože jako jediný vzorek reprezentuje metamorfované horniny, vyskytuje se pouze na jednom místě Lannovy třídy a je snadno viditelný.

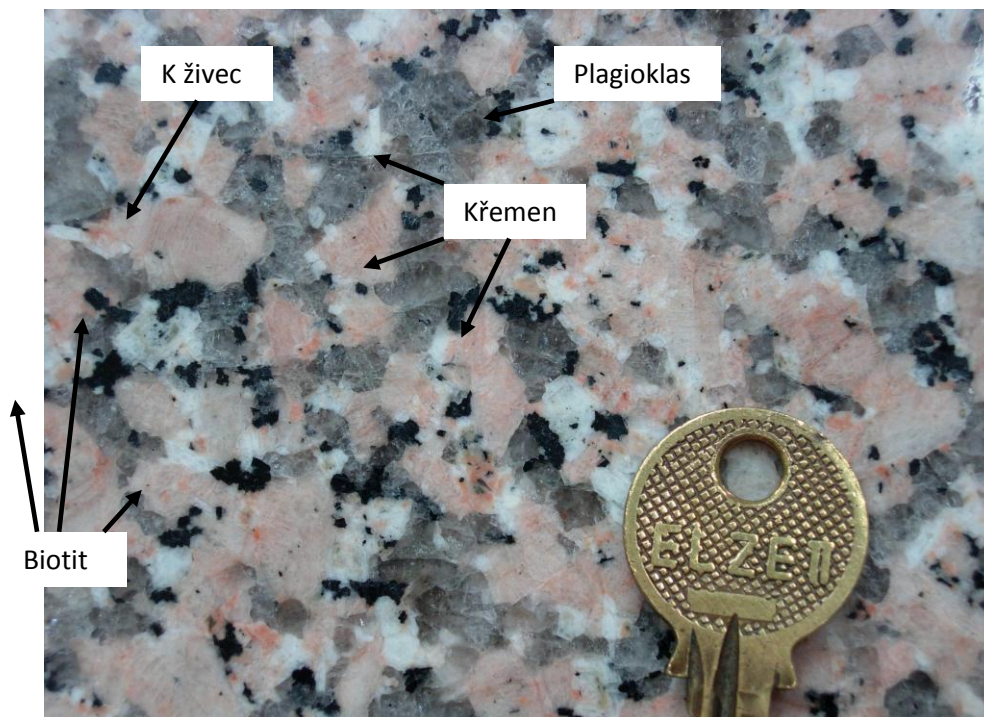
- a. **Granodiorit** použitý na Lannově třídě je jemně až středně zrnitá vyvřelá hlubinná hornina středně tmavé barvy kyselého charakteru (tzn., že obsah SiO_2 je větší než 65%). Patří do skupiny tzv. granitoidních hornin (hornin žulového charakteru, které mají stejné minerální složení (křemen, živec, slída), ale v různém procentuálním zastoupení). V granodioritu převažuje množství sodnovápenatých živců (plagioklasů) nad draselnými (zatímco u žul je to obráceně), ale v praxi je tento jev špatně rozpoznatelný. Je tedy lepší používat rozlišování založené na barevném odstínu, i když je to méně přesné. Tmavší barva granodioritu v porovnání se světlejší barvou žuly by se dala přirovnat ke směsi pepře a soli 50/50 (zatímco světlý odstín žuly by odpovídal směsi s výraznou převahou soli). Tmavší odstín propůjčuje granodioritu převážně tmavá slída (biotit), světlá slída (muskovit) se v něm moc nevyskytuje (naopak v žule se běžně vyskytují oba typy slíd). Granodiorit často obsahuje nepravidelné uzavřeniny (obr. 1) okolních rul a tmavších bazičtějších hornin (s nižším obsahem SiO_2 a tudíž i světlých minerálů), které byly pohlceny granodioritovým magmatem během jeho výstupu. Některé uzavřeniny nemají ostré okraje, což znamená, že došlo k látkové výměně mezi horkým magmatem a uzavřeninou. Ostře ohraničené uzavřeniny se mohly do magmatu dostat až v pozdějším stadiu chladnutí magmatu, kdy nižší teploty výrazně zpomalily průběh výměnných reakcí.



Obr. 1: středně zrnitý granodiorit s tmavší uzavřeninou v levé části

- b. **Liberecká žula** je hrubozrná hlubinná vyvřelá hornina s růžovými až červenými zrny draselných živců, s menšími bílými zrny plagioklasů (sodnovápenatých živců), světle šedými průsvitnými křemeny a drobnými černými biotity (tmavá slída) (obr. 2).

Na růžových zrnech draselných živců je často možné pozorovat dvojčatění zrn nebo zonalitu růstových přírůstků (jednotlivé přírůstky mají mírně odlišné chemické složení projevující se změnou barvy, protože se během postupující krystalizace mění zbytkové složení magmatu).



5

Obr. 2: Středně až hrubě zrnitá liberecká žula s růžovými draselnými živci.

- c. Jemnozrná **světlá žula** je hlubinná vyvřelá kyselá hornina tvořená převážně křemenem a živci, v menší míře slídou. Světlá žula vyskytující se na několika místech Lannovy třídy je pravděpodobně mrákotínská žula, která se vyznačuje obsahem menšího množství tmavé (biotitu) i světlé (muskovitu) slídy a místy nažloutlou až narezavělou barvou (obr. 3). Rezávě zbarvení je způsobeno migrací oxidů železa, které se uvolňuje ze slíd. U některých vzorků jsou patrné malé rezavé lemy obklopující zrna slíd, zatímco jiné vzorky mají rezavě zbarvené i mnohem rozsáhlejší polohy.



Obr. 3: Světlá a rezavá forma mrákotínské žuly.

- d. **Diorit** je hlubinná vyvřelá hornina s menším obsahem SiO_2 a tmavší barvou v porovnání se žulou a granodioritem (barva dioritu by se dala přirovnat ke směsi soli a pepře, ve které by bylo jen velmi málo soli). Je většinou tvořen většími, dobře omezenými, světlými sodnovápenatými živci (plagioklasy), uzavřenými v tmavé základní hmotě (obr. 4) složené z drobnějších zrn biotitů a amfibolů. Křemen ani draselný živec není v hornině přítomen nebo jen v nepatrném množství.

6



Obr. 4: Diorit s velkými vyrostlicemi světlých plagioklasů.

- e. **Larvikit** je vyvřelá hlubinná hrubozrnná hornina bez křemene, která je tvořena z 90% živci, v malé míře biotitem, pyroxenem a dalšími minerály. Zrna s modravě-fialovo-zelenými odlesky (obr. 5) jsou tvořena sodnovápenatým živcem nazývaným labradorit. Larvikit se často používá jako leštěný dekorační kámen, pro který se používá názvu labrador světlý nebo tmavý (Gregorová, 2000).



Obr. 5: Larvikit tvořený zrna labradoritu.

- f. **Travertin** je chemogenní sediment tvořený vrstvičkami drobných kalcitových zrn vysrážených z minerálních temperovaných vod. Bývá pórovitý, s barvou bílou, bílošedou nebo žlutou (obr. 6). Žlutavé zbarvení je dáno příměsí Fe^{3+} a v takovém případě se mu říká „zlatý travertin“. Travertiny z jednotlivých lokalit se liší svou barvou, kompaktností, velikostí a usměrněním pórů, některé dutiny mohou být také vyplněny hnízdy aragonitu a kalcitu. Některé travertinové vrstvy nesou známky rozlámání a opětovného zpevnění během následného přirůstání nových vrstev. Z českých travertinů se využívá k obkladovým účelům travertin těžený v okolí Hranic na Moravě (tzv. Kokorský travertin), donedávna se využíval i travertin z okolí Přerova (tzv. Tučinský travertin), který obsahuje četné fosilie (Štelcl a kol., 2006). Zlaté travertiny se těží na Slovensku v okolí Spišské Nové Vsi a Ružomberoku (Pracný, 2009).



Obr. 6: Vzorek zlatého travertinu.

- g. **Pískovec** je zpevněná klastická hornina tvořená úlomky převážně křemenných zrn o velikosti 0,5 až 2 mm. Úlomky zrn jsou spojené křemitým, vápnitým nebo jílovitým tmelem. Typ tmelu má vliv na pevnost pískovce. Vápnité tmely se snadno rozpouštějí a jsou důvodem rychlého rozpadu pískovce s takovým tmelem. O něco odolnější vůči zvětrávání jsou pískovce s železitým tmelem, ale nejodolnější a nejvíce využívané ve stavebnictví jsou pískovce s křemitým tmelem. Barva pískovce může být různá, od béžové přes nazelenalou (zbarvení je způsobeno přítomností Fe^{2+}) až po rezavou nebo tmavě červenou (zbarvení je dáno přítomností Fe^{3+}), vrstevnatost se často může projevovat střídající se barvou (obr. 7). Podle tvarů úlomků se dá rozeznat způsob transportu materiálu: zaoblená zrna byla transportována tekoucí vodou, zatímco ostrohranné úlomky byly transportovány větrem.

8



Obr. 7: Pískovec

- h. **Biogenní vápenec** je zpevněný sediment, na jehož tvorbě se podílely vápnité schránky odumřelých mořských nebo sladkovodních živočichů. V místě původních schránek lze pozorovat druhotně vykrystalovaná zrna kalcitu nebo dutinky v místech, kdy byly schránky rozpuštěny. Biogenní vápenec mohou obsahovat různé množství organického podílu. V případě velkého množství schránek mořských živočichů lze usuzovat, že se takový sediment usazoval na dně teplých mělkých moří teplého klimatického pásu. Kromě klimatických podmínek lze podle fosilií určit i stáří sedimentace vápenec.



Obr. 8: Biogenní vápenec s fosiliemi

- i. Hledaná hornina – **migmatit**. Migmatit je přeměněná hornina, která vznikla za velmi vysokých teplot, kdy došlo k natavení a plastické deformaci. Během natavení přešly některé části materiálu do kapalného stavu a prostoupily zbytkem přeměněné horniny. Migmatity jsou tvořené nepravidelně provrásněnými polohami (obr. 9), které vznikly deformací a usměrněním původních nerostů (živců, slíd) a krystalizací nových nerostů z čerstvé taveniny (křemene, živce, granátu). Vzhledem k plastickému chování a látkové migraci mají jednotlivé polohy nepravidelné mocnosti, tvary a minerální složení. Slídy často tvoří polohy s podélně orientovanými zrny, které usnadňovaly průnik taveniny, ze které následně vykrystaloval křemen a živec. Výsledná struktura je pak tvořena křemenoživcovými polohami oddělenými polohami slíd. Z velkých zrn původní horniny se v některých případech zachovala pouze kompaktní jádra, která jsou obtékána deformovanými zbytky a tvoří tzv. „oka“ (většinou se jedná o větší zrna živců).



10

Obr. 9: Provrásněný migmatit. Tmavé polohy jsou bohaté na biotit, růžové na draselný živec a světlé na křemen. Fotografie migmatitu pochází z obkladu Poštovní spořitelny na Lannově třídě.

2. Po seznámení se s horninami ze školní na samostatné „mapování do terénu“ po Lannově třídě. Nejdůležitějšími místy použití obkladových kamenů jsou:



Obr. 10: **Granodiorit** a) na okenních parapetech papírnickví a prodejny O2 s tmavou uzavřeninou, b) na pítku na rohu Lannovy třídy a Jeronýmovy ulice.

11



Obr. 11: **Liberecká žula** a) na Prodejně Drogerie Market (DM), b) detail zonálního draselného živce



Obr. 12: **Světlá jemnozrná žula** a) na obkladech prodejny Vagabond, NewYorker, Kappahl, b) detail světlé žuly s částí bohatší na mírně narůžovělý draselný živec



Obr. 13: **Světlá jemnozrná žula** a) na obkladech u vchodu do pasáže Daniela, b) detail



Obr. 14: **Diorit** a) použitý pod výlohou prodejny Terranova na rohu Lannovy třídy a Jeronýmovy ulice, b) detail tmavého dioritu s patrnými vyrostlicemi bílého plagioklasu a uzavřeninou.



Obr. 15: **Larvikit** ve Sportbaru a) zvenčí je viditelný pouze vstupní schod, b) interiér je tímto dekoračním kamenem celý obložen

13

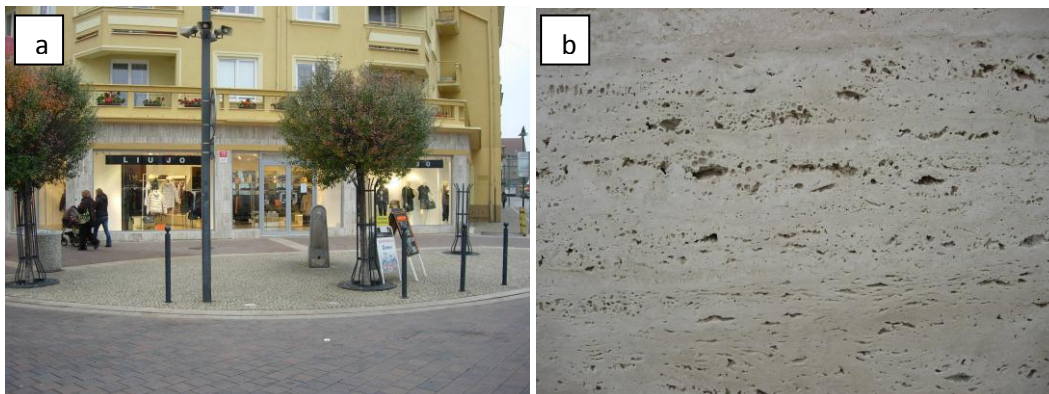


Obr. 16: **Zlatý travertin** a) u vstupu do OD Prior, b) detail pórovité textury vyplněné hnízdý aragonitu.

14



Obr. 17: **Travertin** a) u vstupu do budovy Policie ČR, b) detail rezavě zbarvených vrstev



Obr. 18: Světlý **travertin** a) na fasádě obchodu Liu Jo, b) detail světlého travertinu na protější budově s prodejnou Maková Bába



Obr. 19: Obklady z neleštěného **pískovce** a) u vstupu do lékárny na rohu Lannovy třídy a ulice Štítného, b) detail běžových a rezavých vrstev s drobnými železitými konkréciemi tmavé barvy.



Obr. 20: a) Obklad prodejny Kožené galanterie tvořený biogenním **vápencem**, b) detail biogenního vápence s otisky živočišných schránek a volným prostorem po rozpuštěných schránkách.



Obr. 21: a) Obklady z leštěného **migmatitu** použité na budově s prodejnou O2 a Poštovní spořitelnou, b) detail plasticky deformovaného migmatitu s tmavšími polohami bohatými na biotit, růžovými na draselný živec a světlými na křemen.

Možné modifikace úlohy:

Exkurzi je možné provádět také v interiérech (například na chodbách školních nebo veřejných budov), popřípadě lze pozorovat místo obkladů dlažbu chodníků.

Použitá literatura

Gregorová, J., 2000: www server Petrologie – Poznávání hornin. [cit. 15. 10. 2012]. Dostupný na <http://petrol.sci.muni.cz/index.htm>

Štelcl, J., Vávra, V. a Zimák, J., 2006: Mineralogicko-petrografický exkurzní průvodce po území Moravy a Slezska, výsledek řešení projektu FRVŠ č. 1365/2005. [cit. 15. 10. 2012]. Dostupné z <http://pruvodce.geol.morava.sci.muni.cz/index.htm>.

Pracný, p., 2009: Podmínky formování travertinové kupy v Pustém žlebu v Moravském krasu. Rešerše, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně, Ústav geologických věd. [cit. 15. 10. 2012]. Dostupné na http://is.muni.cz/th/211661/prif_b/Reserse.txt.

Autorství a kontakt na autora

Simona Dvořáčková (skralickova@pf.jcu.cz)

Pracovní list

- 1) Do protokolu popiš školní ukázky hornin
- 2) Do mapy vyznač místa, kde jsou obklady budov tvořeny těmito horninami.
- 3) Najdi obklad, který je tvořen horninou, jež nebyla mezi vzorky v učebně. Místo vyznač na mapě a pokus se určit, o jaký typ horniny (vyvřelé, přeměněné, usazené) se jedná.

Hornina č. 1:

Název: _____

Typ horniny: _____

Minerální složení: _____

Poznávací znaky: _____

Hornina č. 2:

Název: _____

Typ horniny: _____

Minerální složení: _____

Poznávací znaky: _____

Hornina č. 3:

Název: _____

Typ horniny: _____

Minerální složení: _____

Poznávací znaky: _____

Hornina č. 4:

Název: _____

Typ horniny: _____

Minerální složení: _____

Poznávací znaky: _____

Hornina č. 5:

Název: _____

Typ horniny: _____

Minerální složení: _____

Poznávací znaky: _____

Hornina č. 6:

Název: _____

Typ horniny: _____

Minerální složení: _____

Poznávací znaky: _____

Hornina č. 7:

Název: _____

Typ horniny: _____

Minerální složení: _____

Poznávací znaky: _____

18

Hornina č. 8:

Název: _____

Typ horniny: _____

Minerální složení: _____

Poznávací znaky: _____

VÝSLEDEK PÁTRÁNÍ - NEZNÁMÁ HORNINA:

Typ horniny: _____

Místo nálezů: _____

Poznávací znaky: _____



Mapa Lannovy třídy

20