

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Pedagogická fakulta

KATEDRA BIOLOGIE



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Robert Pfitzner

**Kruhatka Matthioliho moravská (*Cortusa matthioli* subsp.
moravica) v propasti Macocha**

Vedoucí práce: doc. RNDr. Radim J. Vašut, Ph.D.

Olomouc 2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením doc. RNDr.

Radima J. Vašuta, Ph.D. s využitím citovaných literárních pramenů. V Olomouci 21. listopadu 2022.

..... podpis

Abstrakt

Bakalářské práce se zabývá endemickou rostlinou kruhatkou Matthioliho moravskou. Populace této ohrožené rostliny vyžaduje studium genetické variability. Cílem této práce je zhodnotit současný stav poznání a zároveň připravit rostlinný materiál pro další navazující genetické analýzy. Současnou populaci tvoří jen několik málo desítek jedinců. V textu jsou zmíněny publikované údaje o populačních změnách kruhatky Matthioliho a historie monitoringu této rostliny v propasti Macocha. Tato práce je úvodem pro následný výzkum genetické variability této rostliny a seznamuje s pojmem „endemismus“. Část práce je věnována charakteristice území Moravského krasu a propasti Macocha, jejímu klimatu a vegetaci.

Pedagogická část bakalářské práce obsahuje soubor pracovních listů, které zábavnou formou vedou žáky k prohloubení vědomostí ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda. Jsou koncipovány především na výuku přírodopisného semináře.

Klíčová slova:

Kruhatka Matthioliho, *Cortusa matthioli*, *Primulaceae*, propast Macocha, Moravský kras, ochrana přírody, endemismus, přírodopisný seminář.

Abstract

The subject of this bachelor thesis is an endemic plant, Alpine Bells (*Cortusa matthioli*) and its endangered population, which has a rare occurrence in the Czech Republic in the Macocha abyss in the Moravian Karst, where only a few individuals are found. The research deals with characteristics of this plant and introduces the concept of "Endemism". Part of the thesis is devoted to the characteristics of the Moravian Karst and the Macocha Abyss, its climate and vegetation. The text also mentions population changes of Alpine Bells and the history of monitoring of this plant in the Macocha Abyss This paper is an introduction to subsequent research on the genetic variability of this plant and introduces the concept of "endemism". Part of the thesis is devoted to the characteristics of the Moravian Karst and the Macocha Abyss, its climate and vegetation.

The pedagogical part of the bachelor's thesis contains a set of worksheets which in a fun way lead pupils to deepen their knowledge in the educational area of Man and Nature. They are designed primarily for teaching the nature seminar.

Key words:

Alpine Bells, *Cortusa matthioli*, *Primulaceae*, Macocha Abyss, Moravian Karst, nature conservation, endemism, nature seminar.

Obsah

Prohlášení.....	ii
Abstrakt.....	iii
Abstract.....	iv
Poděkování.....	1
Seznam obrázků.....	1
Seznam tabulek.....	1
1 ÚVOD.....	2
2 CÍLE PRÁCE.....	3
3 CHARAKTERISTIKA OBLASTI MORAVSKÝ KRAS.....	4
3.1 Poloha moravského krasu na území ČR.....	4
3.2 Geomorfologie.....	5
3.3 Podnebí.....	5
3.4 Biota.....	6
3.5 Ochrana přírody.....	7
4 CHARAKTERISTIKA PROPASTI MACOCHA.....	7
4.1 Historie výzkumů propasti Macocha.....	8
5 KRUHATKA MATTHIOLIOHO MORAVSKÁ.....	9
5.1 Historie monitoringu kruhatky Matthioliho.....	10
5.2 Populační změny kruhatky Matthioliho v propasti Macocha.....	12
5.3 Současný stav populace kruhatky Matthioliho v propasti Macocha.....	13
5.4 Rozšíření kruhatky Matthioliho ve světě.....	14
5.5 Rostlinný endemismus a endemity české květeny.....	15
6 PRAKTICKÁ ČÁST.....	16
6.1 Metodika.....	16
6.2 Výsledky.....	17
7 PEDAGOGICKÁ ČÁST.....	18
7.1 Pracovní listy.....	19
7.2 Pracovní list Moravský kras.....	19
7.3 Pracovní list endemismus.....	20
7.4 Pracovní list Macocha.....	20
8 DISKUZE.....	20
9 ZÁVĚR.....	22
10 POUŽITÁ LITERATURA.....	23

11	PŘÍLOHY.....	26
	Příloha 1.....	27
	Příloha 2	28

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat doc. RNDr. Radimu J. Vašutovi, Ph.D. za příležitost podílet se na výzkumu kruhatky Matthioliho moravské, za odborné vedení a odborný dohled. Dále bych rád poděkoval mé rodině, která mě po celé studium a při psaní bakalářské práce velmi podporovala.

Seznam obrázků

- Obrázek 1: *CHKO Moravský kras*.
Zdroj: <http://www.ceskycestovatel.cz/moravsky-kras-1/>
- Obrázek 2: *Dno Macochy z dob Absolonových expedic na začátku 20. století*. Foto Archiv SJČR. Zdroj: <https://www.casopis.ochranaprirody.cz/zamereno-na-verejnost/sto-let-od-unikatniho-botanickeho-nalezu-v-macose/>
- Obrázek 3: *Cortusa L, kruhatka*. Zdroj: https://pladias.cz/downloads/images/kvetena_cr/Androsace.pdf
- Obrázek 4: *Kruhatka Matthioliho moravská*. Foto Leoš Štefka.
Zdroj: <https://www.casopis.ochranaprirody.cz/vyzkum-a-dokumentace/monitoring-kruhatky-matthioliho-v-propasti-macocha/>
- Obrázek 5: *Výskyt Primula Mathioli ve světě*.
Zdroj: <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:702251-1>
- Obrázek 6: *První exemplář kruhatky Matthioliho moravské*. Zdroj: <https://www.casopis.ochranaprirody.cz/zamereno-na-verejnost/sto-let-od-unikatniho-botanickeho-nalezu-v-macose/>

Seznam tabulek

- Tabulka 1. *Přehled hodnot koncentrace DNA studovaných vzorků*.
- Tabulka 2. *Základní informace k pracovním listům*

1 ÚVOD

Tato bakalářská práce pojednává o rostlinném endemismu v české flóře související s oblastí Moravský kras a propastí Macocha. Ve střední Evropě jsou endemické rostliny relativně vzácné, a tudíž se staly středem zájmu botanických výzkumů pro svou jedinečnost výskytu pro určitou geografickou oblast. Cílem této práce není podat kompletní informace o všech českých endemitech. Je zaměřena především na potenciálně nově endemitní rostlinu kruhatkou Matthialiho moravskou, která se na území ČR vyskytuje pouze na jednom místě, a sice na severní stěně propasti Macocha.

Moravský Kras je unikátní a výjimečný pro svou pestrost rostlinných a živočišných společenstvech která je v porovnání s okolním nekrasovým územím mnohem větší. V této práci se dále snažím vytvořit přesah do oboru školní výuky. Moderní vzdělávání má vybavit děti vědomostmi a dovednostmi, které mají nadčasový význam. Je klíčové, aby učitel děti vhodně motivoval a připravil pro ně zajímavou a atraktivní výuku. Přál bych si, aby pedagogická část této práce posloužila jako inspirace učitelům druhého stupně ZŠ při výuce zejména přírodopisného semináře.

„Objevití novou rostlinu jevnosnubnou na území tak dobře prozkoumaném, jako jest Morava, není dnes věcí snadnou. Nicméně by se nezmiňoval nálezem méně významným v denním tisku, zde však jde o nález zvláště památný, neboť kruhatka patří do oné skupiny rostlin, které nám dávají výhled do dávné minulosti naší květeny, jsou nám vodítkem, pomocí něhož můžeme si vysvětliti, odkud a jak vzniká ráz dnešní naší květeny. Stanoviskem kruhatky jsou nepřístupné skály vápencové v Moravském krasu (laskavý čtenář mi odpustí, že neudám bližšího stanoviska), kde roste na stinných místech v počtu asi 50 trsů. Se značnými obtížemi podařilo se nálezci urvati se skal vysoko položených a těžko dostupných jeden exemplář, který daroval dokladovému herbáři našeho musea...“

prof. Josef Podpěra

20. října 1920, Lidové noviny

2 CÍLE PRÁCE

V této práci se snažím přiblížit význam Moravského krasu jako oblasti, kde se nachází unikátní fauna a flóra ale především jeho specifický význam pro výskyt rostlinných endemitů.

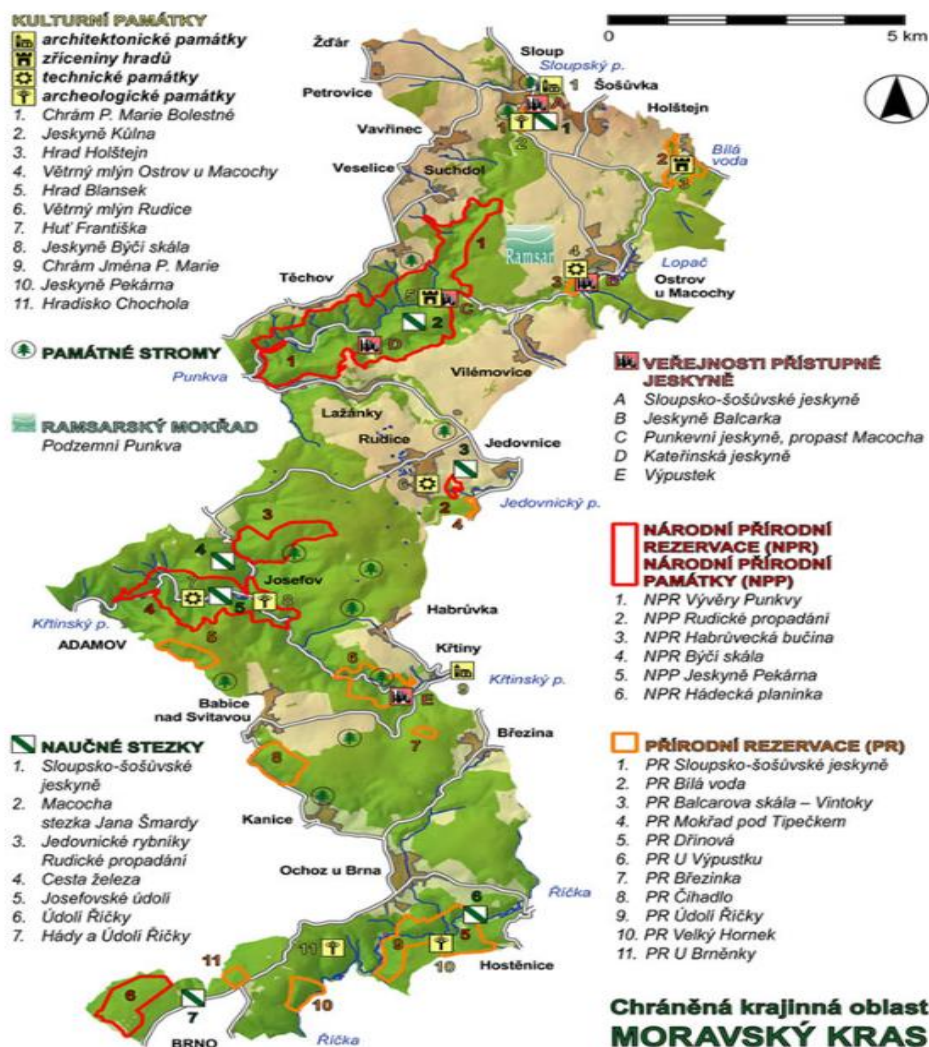
Předmětem studia této bakalářské práce je kruhatka Matthialiho moravská. Impulsem pro tuto studii se stal zájem správy CHKO Moravského krasu prozkoumat genetickou variabilitu endemité rostliny kruhatky Matthialiho, která má v české republice raritní výskyt v jedné jediné lokalitě a to právě v místě v propasti Macocha, spadající pod chráněnou krajinnou oblast Moravský kras, kde se vyskytuje jen několik málo jedinců (Hustáková et al 2019). Tyto poslední exempláře jsou fragmentem z období posledního glaciálu, proto je v zájmu přírody, zabývat se studiem tohoto druhu. Cílem celého výzkumu je objasnit genetickou variabilitu kruhatky Matthialiho, která udává, jak jsou exempláře této rostliny k sobě vzájemně příbuzné a je-li zde šance do budoucna geneticky prosperovat. V této bakalářské práci jsem se v rámci tohoto výzkumu soustředil na přípravu materiálu pro genetické analýzy (extrakce DNA), v navazující diplomové práci se chci věnovat samotným genetickým analýzám a vyhodnocení genetické variability této populace. Výzkum navazuje na předešlou studii Patricie Nejezchlebové (2020), která populaci studovala s využitím AFLP markerů (Amplified Fragment Length Polymorphism; Vos et al. 1995), analýzy plánujeme (spolu s vedoucím bakalářské práce a celého projektu) rozšířit pomocí metody DArTseq genotyping (Jaccoud et al. 2001).

Další část práce představuje snahu toto téma vhodně zakomponovat ve výuce. Pracovní listy jsou vztaženy k tématu endemismu, Moravského krasu a samotné propasti Macocha v podmínkách školních lavic.

3 CHARAKTERISTIKA OBLASTI MORAVSKÝ KRAS

3.1 Poloha moravského krasu na území ČR

Chráněná krajinná oblast Moravský kras je krasové území ležící severovýchodně od Brna. Je součástí Dražanské vrchoviny v Jihomoravském kraji. Rozkládá se na území 92 km², které je téměř z 60 % pokryto lesním porostem. Na území CHKO se dále nachází 4 národní přírodních rezervace, 2 národní přírodní památky, 11 přírodních rezervací. K unikátnosti této lokality přispívá také poloha území na hranici panonské a kontinentální biogeografické oblasti, které mají výrazně odlišná společenstva rostlin a živočichů, která se potkávají a mísí právě zde. Podíváme-li se na to ještě detailněji, pak sem ze západu zasahují prvky Českého masivu, z jihu teplomilné panonské a z východu druhy karpatských lesů (Absolon 1970).



Obrázek 1: CHKO Moravský kras. Zdroj: www.ceskycestovatel.cz/moravsky-kras-1/

3.2 Geomorfologie

Kras je možno chápat jako souhrn tvarů reliéfu v propustných a rozpustných horninách, který vzniká tzv. krasověním. Oblast Moravského krasu je nejvýznamnější krasovou oblastí v České republice s širokým spektrem primárních i sekundárních krasových jevů. V této oblasti se také nachází unikátní flóra a fauna (Musil 1993).

V roce 1956 byl Moravský kras vyhlášen chráněnou krajinnou oblastí a je tak po Českém ráji druhou nejstarší chráněnou krajinnou oblastí na území České republiky. Ve speleologické literatuře je Moravský kras charakterizován jako největší a nejdokonalejší vyvinuté krasové území Českého masivu (Matoušek et al. 2005).

Moravský kras je tvořen převážně vápencem. Tato hornina se vytvořila před necelými čtyřmi sty miliony let ukládáním vápnatého kalu a schránek mořských organismů. Vápenec má díky rozpustnosti vodou specifické vlastnosti k vytváření krasových jevů. (Mackovčín et al. 2007). Procesem krasovění a působením vody vznikaly v blocích vápenců mnohé krasové úvary, jako jsou například skalní věže, závrtky (kruhové prohlubně o průměru jednotek až desítek metrů), kaňonovitá údolí (žleby a labyrinty jeskyní). V Moravském krasu se také nacházejí systémy ponorů a vývěrů, které propojují podzemní prostory s povrchem. Na jiných místech se zase voda stéká z povrchových toků do podzemí a následně se o několik kilometrů dál vrací na povrch. Na vápenci vznikají výživné půdy, kde se nachází druhově bohatá společenstva rostlin. Přírodní stanoviště vynikají svou pestrostí s naprosto rozdílnými podmínkami, které vyhovují různým druhům, což umocňuje různorodost z hlediska vertikálního pohledu, kdy zde nejdeme hluboká údolí, temné jeskyně až po slunečné stráně. (Mackovčín et al. 2007)

3.3 Podnebí

Klima v oblasti Moravského krasu ovlivňuje členitý reliéf, což způsobuje rozdílnost podmínek v blízkých částech od sousedních oblastí. Intenzita dopadajícího slunečního záření ovlivňuje příznivost podnebí pro život rostlin i živočichů. Délka slunečního svitu se v různých částech tohoto území velmi liší. Nejkratší sluneční svit pozorujeme v zimě, naopak nejdelší a téměř šestkrát větší, v létě. (AOPK ČR, 2022)

Vedle slunečního svitu je významnou klimatickou charakteristiku také oblačnost a vliv nadmořské výšky. Ve vyšších polohách je podzim teplejší než jaro, jelikož delší trvání sněhové pokrývky na jaře zdatně snižuje teploty vzduchu. (AOPK ČR, 2022). V jižní části Moravského krasu dochází na jaře ke dřívějšímu a intenzivnějšímu oteplení (rozdíl v průměrné teplotě dubna mezi jižní a severní částí je 2,5 °C), kdežto na podzim nejsou rozdíly v teplotách významné. Teplotní poměry lze vedle průměrných měsíčních teplot velmi dobře vyjádřit i délkou období s charakteristickými teplotami. Ta má význam v růstu i rozvoji rostlinstva i živočišstva, ovlivňuje procesy větrání a režim spodních i povrchových vod. Průměrná denní teplota 0 °C a vyšší charakterizuje nástup i konec vlastní zimy. V jižní části krasu podle toho začíná zima v průměru kolem 13. prosince, zatím co v severní části již 26. listopadu. Stejně je to i s jejím koncem, který v jižní části krasu připadá již na 19. února, zatím co v severní části trvá zima až do 10. března. (AOPK ČR, 2022)

3.4 Biota

V oblasti Moravského krasu se také nachází unikátní flóra a fauna (Musil 1993). Flóra celého území, vzhledem k jeho poloze v alpském a karpatském předhůří velice pestrá. Ráz celé oblasti je ovlivněn vápencovým podložím, kde se nachází acidofilní vegetace, vyskytující se pouze vzácně na plošinách překrytých druhotnými sedimenty nebo v místech s uměle vysazenými smrkovými monokulturami (MACKOVČIN a kol., 2007). Úbytek pro kras typických a dříve velmi rozšířených bylin, jako jsou např. oměj vlčí mor přisuzujeme negativnímu vlivu smrkových monokultur. Typicky se zde vyskytují dubohabrové lesy s pestrou mozaikou podrostu. Na svazích mimo severní expozici se rozprostírají vápnomilné bučiny s podrostem z teplomilnějších keřů. Na největších plochách severní a částečně střední části Moravského krasu rostou bučiny či jedlobučiny. Nejdeme zde také údolí se suťovými lesy – jasanové a lipové javořiny. Jak již bylo zmíněno, unikátní druhy osídlily oblast propasti Macocha.

Pro hluboká údolí žlebů je typická tzv. vegetační inverze, kdy na dno svítí slunce velmi málo, je tam zima a vlhko, proto se zde paradoxně nacházejí spíše horské druhy stromů. Ve výše umístěných částech, kde se vyskytuje více slunečního nejdeme teplomilné druhy. Pro dna v

údolích jsou typická lužní společenstva a místy i mokřady. Na území Moravského krasu se vyskytují i nepůvodní druhy, často člověkem zavlečené a šířené. (MACKOVČIN a kol., 2007)

3.5 Ochrana přírody

Moravský kras byl vyhlášen chráněnou krajinnou oblastí v roce 1956 a je také druhou nejstarší chráněnou krajinnou oblastí České republiky po CHKO Český ráj. Ochranu přírody a krajiny v CHKO Moravský kras vykonává Agentura ochrany přírody a krajiny ČR prostřednictvím Správy CHKO. Hlavním účelem a náplní této agentury je státní správa v oblasti ochrany přírody a krajiny, zajišťuje péči o chráněné lokality a monitoruje výskyt zájmových druhů na jejich území. (AOPK ČR, 2022)

4 CHARAKTERISTIKA PROPASTI MACOCHA

Hlavním lákadlem Moravského krasu je světoznámá propast Macocha, která se nachází v komplexu Punkevních jeskyní. Do propasti lze buď nahlédnout shora z horního či dolního můstku nebo zdola při návštěvě Punkevních jeskyní. Její největší hloubka je 138,4 m (Zajíček 2017) Propast Macocha se díky svému charakteru, pozici a napojením na systém podzemních prostor protkaných podzemními toky stává geomorfologickým a krasovým fenoménem. Rozdílná teplota a vlhkost ovzduší v různých částech propasti podpořily i výskyt pestré škály živočichů a rostlin. V současnosti je v propasti znám výskyt asi 200 druhů cévnatých rostlin. Na horním okraji propasti rostou druhy charakteristické pro osluněné skály, zatímco pro stěny a dno propasti je typický výskyt horských chladnomilných rostlin (Zajíček 2017).

Propast Macocha má hloubku 138,5 metrů a je největší propastí svého druhu v České republice a i ve střední Evropě. Je to propast, která je osvětlená sluncem, patří tedy mezi propasti typu „light hole“. Díky přístupu slunečního záření se na dně propasti a na skalních stěnách vyskytuje rozmanitá vegetace. Horní část propasti je dlouhá 174 metrů, šířka je 76 metrů. Na okraji propasti se nacházejí dva vyhlídkové můstky. První vyhlídkový můstek byl vystavěn v roce 1882 – nachází se v nejvyšším bodě. Druhý vyhlídkový můstek pochází z roku 1899 a je umístěn 92 metrů nad spodní částí propasti. (Balák 2019).

4.1 Historie výzkumů propasti Macocha

Nejstarší historické zmínky se zabývají rostlinami velmi zřídka (badatelé té doby se především soustředili na průzkum krasových jevů). František Straňák učinil první průzkumy při sestupech s Karlem Absolonem (1903 a 1905), kde zaznamenal 105 druhů rostlin. Floristický průzkum v oblasti Macochy provedl poté Karel Sutorý z Botanického oddělení Moravského zemského muzea a to v letech 2001–2008. (Sutorý 2009).

V minulosti byl přístup do této propasti možný pouze shora za pomoci žebříků a lan. Hlavním místem pro sestup byla proláklina, na jejímž místě se v současné době nachází spodní vyhlídkový můstek. Následovalo 40 metrů kolmé stěny, než se objevil vrchol suťového kužele na dně propasti. Po tomto kuželi je možné sejít až do nejhlubších částí propasti. Prvním mužem, který podle dostupných historických pramenů na dno Macochy roku 1723 takto sestoupil, byl brněnský minoritský mnich Lazarus Schopper. Na základě jeho výpovědi byly tyto poznatky později literárně sepsány. Po Schopperovi se do Macochy a přilehlých jeskyní vydala řada dalších odvážlivců, avšak na komplexnější výzkum tehdy nebyly ani prostředky ani vybavení. (Zajíček 2019).



Obrázek 2: Dno Macochy z dob Absolonových expedic na začátku 20. století. Foto Archiv SJČR. Zdroj: <https://www.casopis.ochranaprirody.cz/zamereno-na-verejnost/sto-let-od-unikatniho-botanickeho-nalezu-v-macose/>

5 KRUHATKA MATTHIOLIO MORAVSKÁ

Kruhatka Matthioliho moravská (*Cortusa matthioli* subsp. *moravica*) je považována za glaciální relikv, tj. relikv poslední doby ledové (Kovanda 1975), a bezpochyby se řadí k nejznámějším rostlinám Moravského krasu. Na území České republiky se vyskytuje pouze na jediném místě a to právě v Moravském krasu, vysoko na svislých skalních stěnách propasti Macocha. Tuto vzácnou rostlinu tedy na vlastní oči může spatřit pouze zkušený, fyzicky zdatný horolezec s potřebnými zkušenostmi a vybavením, a zvláštním povolením. V minulosti, se část populace této rostliny také vyskytovala na dně propasti, kde byla poprvé objevena a popsána. Nyní na tomto místě přežívají pouze tři exempláře kruhatky Matthioliho moravské. Dlouhodobou prosperitu exemplářů kruhatky v tomto prostředí umožňuje vlhké a chladné klima, pod skalními převisy propasti Macocha (Hustáková et al. 2019).

Kruhatka Matthioliho moravská (*Cortusa matthioli* subsp. *moravica*) je rostlina z čeledi prvosenkovitých (*Primulaceae*). Je to vytrvalá rostlina, která je nápadná přízemní růžicí okrouhlých listů a purpurově červenými květy. Je vysoká asi 15 cm, v období květu až 30 cm. Stvol má delší než listy. Pětčetné květy jsou v koncovém okolíku, kalich je zvonkovitý, koruna nálevkovitá nebo zvonkovitá, ústí trubky je bez šupinek. Tyčinky jsou připojené v dolní třetině trubky, s krátkými spojenými nitkami a zašpičatělým spojidlem. Počet tyčinek je shodný s počtem obalů. Čnělka je nitkovitá, vyniklá a s hlavičkovitou bliznou. Semeník je svrchní, ale může se vyskytovat také polospodní. Plodem je kulovitá nebo vejcovitá tobolka. Plod se otevírá pěti nebo deseti zuby. Semena jsou početná, nepravidelně mnohostěnná, na hřbetní straně zploštělá, a na břišní naopak vyklenutá, často bradavčitá s tupými hranami (Podpěra 1921).



Obrázek 3: *Cortusa Matthioli*,. Zdroj: <https://i0.wp.com/www.caidolo.it/wordpress/wp-content/uploads/Primula-matthioli-fq1.jpg?ssl=1>

5.1 Historie monitoringu kruhatky Matthioliho

Nález kruhatky Matthioliho v Macošě

O historii výzkumu kruhatky Matthioliho v Macošě pojednává Zajíček (2019). Zmiňuje, že historicky poprvé tuto rostlinu uvádí Václav Dirmoser, který 28. 6. 1868 popsal neznámou kvetoucí rostlinu na stěně, kde dnes kruhatka roste. Dále uvádí, že sběry doložené herbářovými doklady pocházejí od V. Filkuky (datováno 30. 7. 1918) a od Františka Veselého (datováno, označeno mylně jako *Soldanella montana*). Veřejnost se s nálezem mohla seznámit

díky článku botanika Josefa Podpěry, který byl dne 20. října 1920 publikován v Lidových novinách.

V herbáři Moravského zemského muzea v Brně, je tento unikátní nález zachován dodnes. V herbáři se nacházejí dva exempláře.

-První z nich je rostlina utržená Františkem Veselým a na popisném štítku heřbářové položky je napsáno: „*Cortusa Matthioli* var. *Sibirica*, Blansko: na dně Macochy 29/6 1919, Frant. Veselý.“

Druhý exemplář je popsán již prof. Josefem Podpěrou a štítek obsahuje tyto informace: „*Cortusa Matthioli?* *Cortusa Matthiolová?* 29/6 1919. Na dně Macochy, skalní stěna nad horním jezírkem.“ (Zajíček 2019)



Obrázek 4: První exemplář kruhatky Matthioliho moravské. Zdroj: ZAJÍČEK, P. (2019) Sto let od unikátního botanického nálezu v Macošě. Ochrana přírody Praha, AOPK ČR <https://www.casopis.ochranaprirody.cz/zamereno-na-verejnost-sto-let-od-unikatniho-botanickeho-nalezu-v-macose/>

5.2 Populační změny kruhatky Matthialiho v propasti Macocha

V nejstarší zmínce o nálezu kruhatky (Podpěra 1921) je uvedeno, že bylo nalezeno 50 rostlin. V následujících zprávách počet jedinců tohoto druhu značně klesá: Vaněčková (1973) uvedla 10 trsů, Kovanda (1992) 35 trsů. Tito badatelé však popsali pouze rostliny nacházející se na dně propasti. Řičánek v roce 1994 našel 120 trsů (Hustáková et al. 2019). Tyto informace se zdají být reálné, protože zahrnují celou populaci kruhatky. Data byly pořízeny pomocí dalekohledu a později ověřeny dvěma fyzickými sestupy pomocí lan. Už v roce 2013 byl zaznamenán významný pokles: pouze 63 exemplářů. V roce 2017 byl prokázán výskyt 42 trsů kruhatky (z toho 8 kvetoucích), v roce 2018 byl doložen výskyt celkem 51 trsů (Hustáková et al. 2019).

Zajímavostí je, že počet nalezených exemplářů má velkou dynamiku i v rámci jednoho roku. Vysvětlením tohoto jevu se jako pravděpodobné jeví extrémní sucho, které způsobilo, že některé z rostlin začaly vyrůstat později. Značný vliv na zdejší klima má říčka Punkva protékající dnem Macochy.

Vlivem sucha posledních let (po roce 2015) dochází ke ztrátě kondenzační vláhly, která zásobuje rostliny ve spodní oblasti skalních stěn. Horní část stěny zásobuje voda stékající ze skalnatého žlabu pod horním okrajem propasti. Od roku 2015 je tento žlab však trvale vyschlý, což ovlivňuje prosperitu celé okolní vegetace. Díky nepřístupnosti je kruhatka chráněna před poškozením návštěvníky propasti Macocha, je zde však i nebezpečí zřícení skal, ke kterému v této oblasti spontánně dochází (Hustáková et al 2019).



Obrázek 5: Kruhatka Matthioliho moravská. Foto Leoš Štefka. Zdroj: HUSTÁKOVÁ, K., KOUTECKÝ, B., MUSIL, Z.(2019) Monitoring kruhatky Matthioliho v propasti Macocha. Ochrana přírody. Ročník 74, číslo 5, s. 22-25. ISSN 1210-258X. Dostupné z: <https://www.casopis.ochranaprirody.cz/vyzkum-a-dokumentace/monitoring-kruhatky-matthioliho-v-propasti-macocha/>

5.3 Současný stav populace kruhatky Matthioliho v propasti Macocha

Současný stav taxonu v Macoše studovala Karin Hustáková a kolegové (Hustáková et al. 2019), kteří podrobně informují o aktuálním výskytu. Na základě této studie víme, že studovaný taxon se vyskytuje pouze na severní stěně Macochy, která je trvale stinná, a to na třech místech.

První část populace s počtem 14 jedinců se nachází cca 70 m od dna propasti. Na tomto místě můžeme spatřit nejvitálnější exempláře z celé nynější populace a pouze na tomto místě bylo opakovaně zjištěno dozrávání semen (v letech 1993–2018 zatím jen 3×). Druhá část populace v počtu asi 13 rostlin se nachází na teráskách skalní stěny ve výšce kolem 30m od dna propasti. Třetí část populace tvoří 20 rostlin nacházejících se o něco níže, na šikmé skalní plotně ve výšce 15 m od dna propasti. Na posledním, nejnižším místě výskytu- okraji suťového kuželu se v současné době nacházejí pouze tři rostliny.

Nejdříve rozkvétá horní skupina, která má ze všech tří k dispozici nejvíce světla i tepla. Běžně se stává, že na horní úrovni je kruhatka již odkvetlá, zatímco dole teprve nakvétá. Dolní část Macochy je silně ovlivňována chladným a velmi vlhkým vzduchem proudícím z jeskyní, kde je celoroční teplota kolem 8 °C. To je zřejmě příčinou, proč na dolních lokalitách zatím nebylo zaznamenáno dozrávání semen. Po odkvětu jsou vždy ještě zelené semeníky napadeny plísněmi a odumřou (Hustáková et al 2019)

5.4 Rozšíření kruhatky Matthioliho ve světě

Rod kruhatka (*Cortusa*) náleží do široce pojaté čeledi *Primulaceae*, která obsahuje cca 58 rodů a 2615 druhů (Stevens 2001). Samotný rod je rozšířený po celé zeměkouli, především pak v mírném pásu severní polokoule, výjimečně v Americe. V pohořích Evropy a střední a východní Asie se rozlišuje až 10 poddruhů této rostliny (Kovanda 1992). Je to druh značně proměnlivý v hustotě odění řapíků, tvaru, barvě a konzistenci listové čepele, tvaru a velikosti kalicha. Rozlišuje se několik vnitrodruhových taxonů (spíše variet nebo forem, ale mnohé morfologické odchylky jsou bez taxonomického významu). Další exempláře této byliny se vyskytují na severozápadním Slovensku ve Strážovských vrších, v pohoří Malá Fatra (Sennikov, 2018). V České republice se tedy vyskytuje pouze *C. m.* subsp. *moravica* kruhatka Matthioli moravská (Podpěra 1920).



Obrázek 6: Celkové rozšíření kruhatky Matthioliho (*Cortusa matthioli*). Zdroj POWO (2022).

V současnosti se objevuje rozpor v tom, jak je druh klasifikován na úrovni rodu. Tradičně je druh řazen do úzce vymezeného rodu kruhatka (*Cortusa* L.), který popsal Linné ve svém slavném díle *Species Plantarum* (Linné 1753). Tento koncept se objevuje ve všech českých publikacích, již od svého objevu (Podpěra 1921), až po současné vědecké přehledy (např. Grulich 2012, Danihelka et al. 2013, Grulich & Chobot 2017) a určovací pomůcky (Dostál 1989, Kovanda 1992, Kaplan 2019). Podobně je tomu v dalších středoevropských zemích (např. Kochjarová 2016). V kontrastu s tím je ve světové literatuře přijímán koncept zařazení kruhatky jako jedné ze sekcí široce pojatého rodu prvosenka (*Primula* L. sect. *Cortusoides* Balf.). Tento koncept vychází ze studie ruského autora N. K. Kovtonjuka (Kovtonyuk 2011), přestože studie vychází pouze z analýzy povrchu semen pomocí elektronové mikroskopie a přestože není podpořena DNA analýzami. Překvapivě tento koncept převzal portál *Plants of the World Online* (POWO 2022) a díky tomu se tento nomenklatorický koncept promítá do webů pro širokou veřejnost (např. Wikipedia, iNaturalist) a zároveň do určovacích aplikací (např. Seek, PlantNet).

5.5 Rostlinný endemismus a endemity české květeny

Významné postavení ve flóře určité oblasti představují druhy, které jsou úzce vázány na danou zeměpisnou oblast, vyvinuly se zde a nikde jinde na světě se přirozeně nevyskytují. Tyto druhy se nazývají endemity a zaujímají důležitou složku flóry, ať už z hlediska poznání jejího historického vývoje a biogeografických vztahů, nebo z hlediska ochrany přírody. Slovo endemit má původ ve starořeckém *endēmos*, což lze přeložit jako místní, původní nebo také zde žijící. (Suda & Kaplan 2012)

Květena České republiky zahrnuje 48 endemických druhů rostlin a 26 subendemitů, které se jen nepatrně vyskytují i mimo hranice ČR. Většina endemitů se nachází v subalpínské poloze Vysokých Sudet. V nižších polohách se endemité nacházejí převážně v místech se specifickými edafickými nebo geomorfologickými podmínkami jako jsou například říční údolí, hadce, nebo slatiniště. České endemity jsou evolučně mladé (neoendemity). (Suda & Kaplan 2012).

Počet endemitů úzce souvisí s historickým vývojem území. Česká republika nemá ideální podmínk pozici pro výskyt endemitních rostlin, přesto i zde nalezneme několik desítek rostlinných druhů a poddruhů. Téměř všechny endemické druhy české květeny jsou velmi

vzácné a ohrožené, u většiny z nich dochází v posledních desetiletích k poklesu velikosti populací i počtu lokalit. (Suda & Kaplan 2012).

6 PRAKTICKÁ ČÁST

6.1 Metodika

Rostlinný materiál byl sbírán v létě 2019 zaměstnanci Správy ChKO Moravský kras a byl poskytnut Dr. Zdeňkem Špiškem. Celkem bylo získáno 30 vzorků (C01-C30). Tyto vzorky byly doplněny o 10 vzorků (C31-C40) sbíraných 27.8. 2013, které byly použity také v dřívější studii Patricie Nejezchlebové (Nejezchlebová 2020) a na kterou můj výzkum navazuje. Pět vzorků (C41-C45) představují rostliny mimo populaci kruhatky v Macošě, 4 rostliny *Cortusa matthioli* z jiných stanovišť a 1 vzorek prvosenky vyšší (*Primula elatior*). Tyto vzorky figurují jako tzv. *outgroup*, tj. pro ukotvení studovaných vzorků ve statistických analýzách.

Pro izolaci DNA byla použity listy uchované v silicagelu. Pro izolaci DNA bylo použito ca. 50-100 mg listového pletiva.

Izolace DNA byla provedena modifikovanou CTAB extrakční metodou využívající sorbitolový pufr (Inglis et al. 2018), která je vhodná pro rostliny obsahující velké množství sekundárních metabolitů. Protokol byl modifikován doc. R. J. Vašutem a je uveden v Příloze 1. V dřívější studii P. Nejezchlebové (2020) byly pro extrakci použity extrakční DNA kity firmy Qiagen, které poskytují sice kvalitní a čistou DNA, ale v nízkých koncentracích. Cílem bylo získat čistou a kvalitní DNA, ale s vyšší koncentrací vhodnou pro pozdější celogenomové sekvenační analýzy.

6.2 Výsledky

DNA extrahovaná z listů 44 vzorků kruhatek (C01-C44) a 1 vzorku prvosenky (C45) poskytly ve všech případech kromě jednoho kvalitní DNA postačující pro pozdější celogenomové sekvenační genotypování. Doporučované minimum je 20 ng/μl. Výsledky měření přibližné koncentrace DNA pomocí přístroje NanoDrop shrnuje Tabulka 1.

Tabulka 1. Přehled hodnot koncentrace DNA studovaných vzorků.

vzorek	koncentrace		vzorek	koncentrace		vzorek	koncentrace	
C01	53,7	ng/μl	C21	173,6	ng/μl	C41	106,2	ng/μl
C02	46,8	ng/μl	C22	169,1	ng/μl	C42	398,8	ng/μl
C03	106,8	ng/μl	C23	16,9	ng/μl	C43	35,7	ng/μl
C04	78,3	ng/μl	C24	34,4	ng/μl	C44	85,2	ng/μl
C05	55,0	ng/μl	C25	34,3	ng/μl	C45	344,0	ng/μl
C06	68,2	ng/μl	C26	76,3	ng/μl			
C07	51,1	ng/μl	C25	53,4	ng/μl			
C08	48,1	ng/μl	C28	42,8	ng/μl			
C09	121,1	ng/μl	C29	89,4	ng/μl			
C10	32,8	ng/μl	C30	40,5	ng/μl			
C11	154,3	ng/μl	C31	93,4	ng/μl			
C12	60,0	ng/μl	C32	35,6	ng/μl			
C13	44,7	ng/μl	C33	52,4	ng/μl			
C14	133,6	ng/μl	C34	65,4	ng/μl			
C15	36,7	ng/μl	C35	47,3	ng/μl			
C16	28,5	ng/μl	C36	99,4	ng/μl			
C17	61,1	ng/μl	C37	52,8	ng/μl			
C18	47,1	ng/μl	C38	58,1	ng/μl			
C19	130,3	ng/μl	C39	168,9	ng/μl			
C20	43,9	ng/μl	C40	3,2	ng/μl			

7 PEDAGOGICKÁ ČÁST

Z mé pedagogické zkušenosti výuky na základní škole jsem se pro přiblížení tématu rozhodl vypracovat soubor třech pracovních listů, které učitelům usnadní přípravu do hodiny a žákům usnadní orientaci v tématu zábavnou formou.

Úroveň znalostí v pracovních listech je nastavena na práci s digitálními informačními zdroji, které jsou v novém rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělání (RVP ZV) vyžadovanou součástí školních vzdělávacích programů (ŠVP), potažmo tematických plánů (TP).

Celý koncept pracovních listů jsem uzpůsobil pro rozšířenou výuku ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda. Konkrétně pro Přírodopisný seminář (PS) v 8. nebo 9. třídě základní školy. Přírodopisný seminář je volitelný vyučovací předmět s disponibilní časovou dotací jedné hodiny týdně. Má sloužit především k uvědomění přírodovědných poznatků, které toto téma dokonale splňuje.

V současné době není například pojem endemismu zařazen do RVP ZV. Je jistě škoda, že se takto jedinečným organismům nevěnuje ve školství více prostoru. Kruhatka Matthialiho je jedním z příkladů velmi vzácné a zajímavé rostliny, o které je třeba si s žáky povídat. Její jedinečnost vyzdvihnout v souvislosti s velmi malým areálem výskytu a nutnosti danou oblast chránit. Žáci by si při výkladu měli uvědomit, že existují organismy, kdy při zničení i velmi malého území nenávratně zmizí z naší přírody vzácný přírodní klenot. V rámci vymírání endemitních druhů na naší planetě žákům zdůraznit i možná ztracená přírodní léčiva, jenž se v nich potencionálně nacházejí. Minimálně znalost pojmu endemismu osobně považuji za jeden z důležitých výstupů žáka základní školy.

7.1 Pracovní listy

V příloze jsou umístěny vždy dvě verze pracovního listu k jednomu tématu. První je pro učitele s vypracovanými odpověďmi. Druhý je určen k tisku a následnému poskytnutí materiálů pro žáky ve výuce a jejich vypracování.

Tabulka 2. Základní informace k pracovním listům.

Název pracovního listu	Moravský kras, Endemismus, Macocha,
Stupeň vzdělávání	8. a 9. třída základní školy
Rozvíjené klíčové kompetence	Kompetence k řešení problémů Kompetence komunikativní Kompetence digitální
Mezioborové vztahy	Přírodopis Zeměpis (Moravský kras, Macocha)
Průřezová témata	Enviromentální výchova Mediální výchova
Materiál a pomůcky	Vytištěný pracovní list a tablet pro každého žáka.
Místo konání	učebna kmenová třída
Časová náročnost	45 minut

7.2 Pracovní list Moravský kras

Je zpracován k poznání našeho nejvýznamnějšího krasového území a přidružené Chráněné krajinné oblasti (CHKO). Zabývá se jak celkovým povědomím o chráněné krajinné oblasti, tak i jednotlivými významnými místy s nastíněním geologického vývoje. Žákům se zde přibližuje zajímavý organický původ hlavní sedimentární horniny krasových oblastí – vápence. Dále žáci poznají nejdůležitější geologické děje, které formují krasové oblasti nejen na Moravě, ale po celém světě.

Z velkého množství vyskytující se fauny a flory vyberou žáci pouze tři vyhledané zástupce. Když žák vyhledá převládající biotop, místo konkrétního organismu, učitel termín vysvětlí a uvede převládající druhy toho konkrétního místa. Časová dotace je stanovena na jednu vyučovací hodinu a důležitou součástí je diskuse na dané téma a uvedení nejlepších odpovědí.

7.3 Pracovní list endemismus

V úvodní části se zabývá samotným vymezením pojmu endemit. Poukazuje na základní dělení podle doby vzniku na paleoendemity a neoendemity. Žáci se dozví, že všechny endemitní rostliny České republiky se řadí k těm vývojově mladším, jako pozůstatky poslední doby ledové. Na příkladu jinanu dvoulaločného (*Ginkgo biloba*) si vysvětlí uznání jedinečnosti pouze pro přirozený výskyt daného druhu. Nejlepším příkladem výskytu endemitních druhů uvedeme ostrovy a jejich izolovanost jako výborný předpoklad pro vývoj endemitů. Z digitálních informačních zdrojů necháme žákům vyhledat alespoň čtyři endemity a společně vedeme diskusi o jejich velikosti areálu rozšíření. V poslední části je na odlehčení k vyluštění osmisměrka, kde vyhledávaná slova zobrazují rostliny a živočichy vyskytující se pouze na daném území.

7.4 Pracovní list Macocha

Tento pracovní list se věnuje největší propasti svého druhu ve střední Evropě. Její tvar a zařazení do klasifikace "light hole" nám říká, že do ní proniká denní světlo a to umožňuje růst rostlin závislých na slunečním svitu. Klimatické a vegetační podmínky v takovém útvaru jsou natolik specifické, že umožnilo přežití kruhatky Matthialiho, jako horské až subalpínské byliny do dnešních dnů. Tohle je základní myšlenka, jenž žákům vysvětlíme ve spojení s kruhatkou. Dále jsou v pracovním listu zajímavosti Macochy, dozví se její délku a příslušnost k mnohem většímu jeskynnímu systému – Amatérských jeskyní. Další zajímavá část je spojena s prvními sestupy a odvážnými pionýry našeho jeskyňářství. Časově tyto průzkumy zařadíme. Při vypracovávání si s žáky popíšeme zajímavosti ponorné řeky v krasové oblasti. V České republice nejdelší podzemní tok protéká právě Macochou a je to známá řeka Punkva. Jako poslední část pracovního listu je křížovka založená na získaných znalostech v průběhu hodiny.

8 DISKUZE

Kromě jednoho vzorku (C40), všechny ostatní vzorky měly dostatečnou koncentraci pro DNA analýzy. Minimální hodnota je doporučována jako 20 ng/μl, jako optimální 50-100 ng/μl. Bohužel získaný rostlinný materiál při sběrech na stěnách Macochy byl velmi omezený a pro zhruba polovinu vzorků byl použit veškerý získaný materiál. Pro i suboptimální hodnoty

koncentrace DNA (20-50 ng/ μ l) budou použity pro celogenomové genotypování metodou DArTseq genotyping. I přes nižší koncentraci je kvalita extrahované DNA vysoká, právě díky pročišťovacím krokům pomocí sorbitolového pufru. Oproti metodě použité Nejezchlebovou (2020), která využila DNA extrakční kit Qiagen nebylo tak nutné znovu precipitovat vzorky, aby se zvýšila koncentrace DNA. Zvolená metoda tak byla vhodnější.

Pedagogickou část práce jsem vypracovával z vlastní zkušenosti výuky přírodovědného semináře v osmé třídě základní školy. Příprava na každý seminář je zdlouhavý proces a předpřipravená hodina je pro učitele často vítána. Proběhlé vyučování splní jednoznačně cíl rozšířit povědomí o endemitech, Moravském krasu a samotné propasti Macocha.

9 ZÁVĚR

V této práci jsem přiblížil a popsal význam Moravského krasu jako oblasti kde se nachází unikátní fauna a flóra a také jeho specifický význam pro výskyt rostlinných endemitů. Tato bakalářská práce je rešerší pro vytvoření následné magisterské práce na téma genetické variability endemické kruhatky Matthioliho moravské (*Cortusa matthioli* subsp. *moravica*) v populaci v propasti Macocha. Cílem CHKO je podchytit genetickou variabilitu kruhatky, první pokusy byly již učiněny Patricií Nejezchlebovou v magisterské práci „Variabilita populace kruhatky Matthioliho (*Cortusa matthioli*) v propasti Macocha“ (NEJEZCHLEBOVÁ, P., 2020). V této práci bylo k velkému překvapení zjištěno, že genetická diverzita je větší, než je reálně možné, proto je snaha toto potvrdit nebo vyvrátit mnohem spolehlivějšími genetickými metodami.

Pedagogická část vychází z mé praxe začínajícího učitele. Dnešní učitel ve své praxi čelí mnoha výzvám. Jednou z nich jsou preferované mezioborové vztahy. Přírodopisný seminář je volitelný předmět s disponibilní časovou dotací a na školách je určen k prohlubování přírodopisných znalostí a vede žáka k uvědomování si užitečnosti dané látky. Učivo by mělo být pro žáky zajímavé a atraktivní a s tímto cílem byly vytvořeny pracovní listy.

Pro přírodopisný seminář nejsou stanoveny očekávané výstupy v RVP ZV. Škola, která se rozhodne žákům rozšířit přírodopisné vzdělání a využije disponibilní hodiny pro přírodopisný seminář musí vypracovat svůj vlastní ŠVP pro tento předmět. V mé praxi to znamená poradu metodické oblasti Člověk a příroda, kde se na podobě ŠVP domlouváme.

10 POUŽITÁ LITERATURA

1. ABSOLON K. (1970) *Moravský kras*. 2. Vydání 1. Praha: Academia. 348 s., 14 příloh. 509-21-885.
2. BALÁK I., KOTOUČ L., ŠTEFKA L., (2001) Chráněná krajinná oblast Moravský kras. Správa CHKO Moravský kras. ISBN 80-239-3983-1
3. BALÁK, I., HOFMANN E. (2020) Moravský kras a okolí: atlas pro terénní výuku a outdoorové aktivity = Moravian Karst and its environs : atlas for field work and outdoor activities. Přeložil Štěpán TICHÝ, přeložil Jan ZUBALÍK. Brno: Masarykova univerzita, ISBN isbn 978-80-210-9626-4.
4. DOSTÁL J. (1989): Nová květena ČSSR. – Academia, Praha.
5. GRULICH V. (2012): Red List of vascular plants of the Czech Republic: 3rd edition. – Preslia 84: 631–645.
6. GRULICH V. Chobot K. [eds.] (2017): Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Cévnaté rostliny – Příroda, Praha, 35: 1–178.
7. MATOUŠEK, V., JENČ, P., PEŠA V. (2005) Jeskyně Čech, Moravy a Slezska. Nakladatelství Libri, ISBN 80- 7277-286-4
8. BALÁK, I. (2014) Moravský kras: jeskyně a člověk. Průhonice: Správa jeskyní České republiky. ISBN isbn978-80-87309-45-2.
9. DANIHIELKA J., CHRTEK J. Jr., KAPLAN Z. (2012): Checklist of vascular plants of the Czech Republic. – Preslia 84: 647–811.
10. MACKOVČIN, P., DEMEK, J., SLAVÍK P., JATIOVÁ M. a kol. (2007), Chráněná území ČR. Svazek IX. Brněnsko. 932 s., Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Ekocentrum Brno, ISBN 978-80-86305-02-8
11. AOPK ČR. Správa CHKO Moravský kras (2022) [online]. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Dostupné z :<http://moravskykras.ochranaprirody.cz/charakteristika-oblasti/>
12. HUSTÁKOVÁ, K., KOUTECKÝ, B., MUSIL, Z. (2019) Monitoring kruhatky Matthioliho v propasti Macocha. Ochrana přírody. Ročník 74, číslo 5, s. 22-25. ISSN 1210-258X. Dostupné z:<https://www.casopis.ochranaprirody.cz/vyzkum-a-dokumentace/monitoring-kruhatky-matthioliho-v-propasti-macocha/>

13. INGLIS P. W., PAPPAS M. D. C. R., RESENDE L. V. & GRATTAPAGLIA D. (2018): Fast and inexpensive protocols for consistent extraction of high quality DNA and RNA from challenging plant and fungal samples for high-throughput SNP genotyping and sequencing applications. – PLoS ONE 13(10): e0206085. DOI: 10.1371/journal.pone.0206085
14. JACCOUD D., PENG K. M., FEINSTEIN D. & KILIAN A. (2001): Diversity Arrays: a solid state technology for sequence information independent genotyping. – Nucleic Acid Research 29: e25 (DOI: 10.1093/nar/29.4.e25).
15. KAPLAN Z. (2019): 138. *Primulaceae* Borkh. – prvosenkovitě. – In: Kaplan Z. (ed.), Klíč ke květeně České republiky, pp. 761–770, Academia, Praha.
16. KOVANDA M. (1992): *Cortusa* L. – kruhatka. – In: Hejný S., Slavík B., Kirschner J. & Křísa B. (eds), Květena České republiky 3, p. 254–256, Academia, Praha.
17. KOVANDA M. (1975): Galerie horských druhů XII., Kruhatka Matthiolova *Cortusa matthioli* L. – Živa; 23(5): 173–174.
18. KOCHJAROVÁ J. (2016): 4. *Cortusa* L. - Kortúza. - In: Goliášová K. & Michalková E. (eds.), Flóra Slovenska VI/4., pp. 659-664, Veda, Bratislava.
19. KOVTONYUK N. K. (2011): To the taxonomy of the *Primula* section *Cortusoides* (*Primulaceae*) in the flora of Russia. – Botanicheskii Zhurnal 96: 953–966.
20. LINNAEUS C. (1753): Species Plantarum. Holmiae, Impensis Laurentii Salvii.
21. MUSIL, R. a kol. (1993) Moravský kras: labyrinty poznání. Adamov: GEO program Adamov
22. NEJEZCHLEBOVÁ, P. (2020) Variabilita populace kruhatky Matthioliho (*Cortusa matthioli*) v propasti Macocha [online]. Olomouc, [cit. 2022-05-20]. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce RNDr. Radim Jan Vašut, Ph.D. Dostupné z: <https://theses.cz/id/tcczsg/>
23. PODPĚRA, J. (1920): *Památný botanický nález na Moravě*. Lidové Noviny, Roč. 28., čís. 524
24. PODPĚRA, J. (1921): Fytogeografický rozbor nálezu *CORTUSA MATTHIOLI* L. na Moravě. Zvláštní otisk ze Sborníku Klubu přírodovědeckého v Brně. Ročník III, 1920. 20. s., Brno.
25. POWO (2022): Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. [<http://www.plantsoftheworldonline.org/>]. Navštíveno 5.12.2022.

26. STEVENS, P. F. (2001-dosud): Angiosperm Phylogeny Website. Version 14, July 2017 [http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb]. Navštíveno 5.12.2022.
27. STODŮLKA, F. (2017) Geomorfologické krajiny jižní Moravy - průvodce geomorfologicky zajímavými regiony [online]. Brno, Diplomová práce. Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce Zdeněk MÁČKA. Dostupné z: <https://is.muni.cz/th/lf1f1/>
28. SUTORÝ, K. (2010): Lectotypification of infraspecific taxa in *Cortusa matthioli* (Primulaceae) described by Josef Podpěra, *Acta Musei Moraviae, Scientiae biologicae*, Brno. 95(2): 71–75.
29. ŠTEFKA, L. (2011). CHKO Moravský kras – unikátní kout naší republiky. [online]. [2020-05-26]. Dostupné z: <https://www.casopis.ochranaprirody.cz/z-nasi-prirody/chko-moravskykras-unikatni-kout-nasi-republiky/>
30. TROJÁČKOVÁ, M. \textit{Topoklima Chráněné krajinné oblasti Moravský kras} [online]. Brno, 2012 [cit. 2022-05-22]. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta. Vedoucí práce RNDr. Aleš Ruda, Ph.D. Dostupné z: <https://theses.cz/id/2r4pss/>
31. VOS P., HOGERS R., BLEEKER M., REIJANS M., VAN DE LEE T., HORNES M., FRIJTERS A., POT J, PELEMAN J., KUIPER M. & ZABEAU M. (1995): AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. – *Nucleic Acids Res.* 23: 4407-4414.
32. SUDA J., KAPLAN Z. (2012) Rostlinný endemismus a endemity české květeny. Dostupné z: <https://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/roslinny-endemismus-a-endemity-ceske-kveteny.pdf>
33. ZAJÍČEK, P. (2017) Moravský kras v ponorné řece času. Praha: Academia, ISBN 978-80-200-2723-8
34. ZAJÍČEK, P. (2019) Sto let od unikátního botanického nálezu v Macoše. Ochrana přírody Praha, AOPK ČR

11 PŘÍLOHY

Modifikovaný DNA protokol podle Inglis et al. 2018

Pracovní listy

Příloha 1- Modifikovaný DNA protokol podle Inglis et al. 2018

Izolace genomické DNA

(modifikovaný protokol podle Inglis et al. (2018) | RJV 2022 | *Salix*, *Spiraea*, *Betula a Cortusa*)

- **Sorbitolový pufr** = 100 mM Tris-HCl, pH 8,0; 5mM EDTA NaOH pH 8,0; 0,35M Sorbitol; 1% (w/v) PVP-40. Před použitím přidat 1% (v/v) 2-merkptoethanol!
- **Extrakční CTAB pufr** = 100 mM Tris HCl, pH 8,0; 20 mM EDTA, pH 8,0; 3M NaCl; 3% CTAB, 1% PVP-40. Před použitím přidat 1% (v/v) 2-merkptoethanol!

I. Homogenizace materiálu

Zhruba 20-30 mg sušených listů vložit do 2 ml mikrozkušavky spolu se 2 keramickými kuličkami a homogenizovat (Retsch) 1 min na 30 Hz. → Pokud se pletivo rozmělní na jemný prášek (jinak homogenizaci opakovat), přidat 1.200 µl pročišťovacího sorbitolového pufru (s přidaným 2-merkptoethanolem).

II. Pročišťování, chelatace a extrakce

2) Homogenizovaný materiál jemně (v ruce) a krátce promíchat v sorbitolovém pufru.

→ Centrifugovat (15 min, 13.000 rpm, 20 °C). → Supernatant slít a pelet znovu rozpustit ve stejném množství (1.000 µl) sorbitolového pufru.

(Pokud je supernatant i po 2. centrifugaci stále silně zelený, je vhodné opakovat pročištění sorbitolovým pufrům potřetí).

3) Pelet rozpustit v 800 µl extrakčního CTAB pufru (velmi viskózní!; s přidaným 2-merkptoethanolem). → Inkubovat 60 min při 65 °C, průběžně jemně promíchat.

4) Mikrozkušavky nechat zchladnout na pokojovou teplotu (ca. 5 min odstát), přidat stejný objem (800 µl) směsi chloroformu a isoamylalkoholu (24:1).

→ Jemně ale intenzivně protřepávat (ručně nebo Retsch 1 min/10 Hz).

→ Centrifugovat (15 min, 14.000 rpm, 20 °C).

5) Horní fázi (supernatant) přenést do stejného objemu směsi CHF:IAA (550 µl), protřepat.

→ Centrifugovat (15 min, 14.000 rpm, 20 °C).

III. Precipitace DNA

6) Horní fázi (supernatant; 400 µl) přenést do 0,1 objemu (40 µl) NaAc a 0,66 objemu (264 µl) isopropanolu (-20 °C). → Precipitovat v -20 °C alespoň 1 h. (Lze ponechat i déle, přes noc).

IV. Promývání DNA

7) Centrifugovat (15 min, 13.000 rpm, 4 °C).

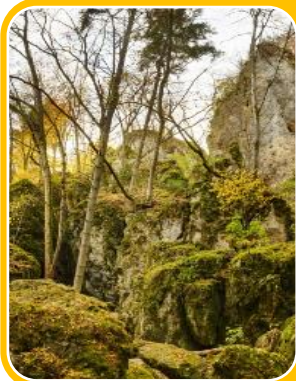
8) Pelet promýt 80 % EtOH → zcentrifugovat (10 min, 13.000 rpm, 10 °C) → promýt 70 % EtOH → zcentrifugovat (10 min, 13.000 rpm, 10 °C).

(Dle čistoty/zbarvení izolátu lze promytí zkrátit na 1× v 70% EtOH).

9) Pelet vysušit (vývěva) → rozpustit v 50 µl TE pufru (10 mM Tris HCl, pH 8,0; 1 mM EDTA, pH 8,0).

Příloha 2- pracovní listy

Pracovní list - CHKO Moravský Kras



Doplňte věty:

Základem Moravského krasu je **vápenec**. Hornina, která vznikla před necelými čtyřmi sty miliony let ukládáním vápnatých schránek organismů žijících v tehdejší moři a vápnatého kalu. Nejrůznější úvary, jako jsou závrtý, žleby, nebo skalní věže vznikala procesem **krasovění**. Nejstarší krasovění proběhlo již v **devonu** při krátkodobém ústupu moře. Velmi důležitá však je jedna unikátní vlastnost této horniny: **rozpustnost vodou**. Hlavním vodním tokem severní části Moravského krasu je řeka **Punkva**. V rámci Česka jsou unikátní zejména obyvatelé jeskyní **netopýři**, kterých tu bylo nalezeno již 24 druhů či **kruhatka Matthioliho** – prvosenkovitá rostlina, která u nás roste na jediném místě – v **propasti Macocha**.



Vyber správnou možnost:

- Kras je geologické označení pro soubor osobitých tvarů a jevů vznikajících činností větru v krajině.
- Endemit je organismus, který vznikl a je rozšířen jen v určitém omezeném území a nikde jinde se nevyskytuje.
- Moravský kras je krasová oblast a geomorfologický podcelek severovýchodně od Plzně.

Napiš tři zástupce fauny a flóry moravského krasu

Flóra

- Kruhatka Matthioliho moravská
- Dubohabrové lesy
- Tužebník jilmový

Fauna

- Netopýr velký
- Výr velký
- Mlok skvrnitý

Vyjmenuj geologické děje vnější

Voda - tekoucí, mořská, led ledovce

Vítr - zvětrávání, eroze

Gravitace - sesuvy půdy, laviny

Působení organismů včetně člověka

Zakroužkuj správnou odpověď (více odpovědí může být správných)

Druhý největší jeskynní systém Moravského krasu se nazývá:

- Rudické propadání – Býčí skála.
- Křtinský potok
- Josefovské údolí

Typickým povrchovým **krasovým jevem** jsou

- Závrtý
- Žleby
- Zkameněliny

Jak se nazývá **ekosystém**, který je zaplaven, nebo nasycen vodou.

- Jeskynní systém
- Trvalý vodní tok
- Mokřad

Předmětem **ochrany** CHKO Moravský kras jsou:

- Harmonicky utvářená krasová krajina s typickým krajinným rázem daným zejména reliéfem krasových plošin
- Památné stromy
- Historická důlní díla

V údolních nivách dosud poletuje vzácný motýl:

- Monarcha stěhovavý
- Modrásek bahenní
- Babočka bodláková

Pracovní list - CHKO Moravský Kras



Doplňte věty:

Základem Moravského krasu je Hornina, která vznikla před necelými čtyřmi sty miliony let ukládáním vápnatých schránek organismů žijících v tehdejší moři a vápnatého kalu. Nejružnější úvary, jako jsou závrtky, žleby, nebo skalní věže vznikala procesem Nejstarší krasovění proběhlo již v při krátkodobém ústupu moře. Velmi důležitá však je jedna unikátní vlastnost této horniny: Hlavním vodním tokem severní části Moravského krasu je řeka V rámci Česka jsou unikátní zejména obyvatelé jeskyní, kterých tu bylo nalezeno již 24 druhů či – prvosenkovitá rostlina, která u nás roste na jediném místě v



Vyber správnou možnost:

- Kras je geologické označení pro soubor osobitých tvarů a jevů vznikajících činností větru v krajině.
- Endemit je organismus, který vznikl a je rozšířen jen v určitém omezeném území a nikde jinde se nevyskytuje.
- Moravský kras je krasová oblast a geomorfologický podcelek severovýchodně od Plzně.

Napiš tři zástupce fauny a flóry moravského krasu

Flóra
• • •

Fauna
• • •

Vyjmenuj čtyři geologické děje vnější	
• •	• •

Zakroužkuj správnou odpověď: (více odpovědí může být správných)

Druhý největší jeskynní systém Moravského krasu se nazývá:

- Rudické propadání – Býčí skála.
- Křtinský potok
- Josefovské údolí

Typickým povrchovým **krasovým jevem** jsou

- Závrtky
- Žleby
- Zkameněliny

Jak se nazývá **ekosystém**, který je zaplaven, nebo nasycen vodou.

- Jeskynní systém
- Trvalý vodní tok
- Mokřad

Předmětem **ochrany** CHKO Moravský kras jsou:

- Harmonicky utvářená krasová krajina s typickým krajinným rázem daným zejména reliéfem krasových plošin
- Památné stromy
- Historická důlní díla

V údolních nivách dosud poletuje vzácný motýl:

- Monarcha stěhovavý
- Modrásek bahenní
- Babočka bodláková

Pracovní list endemismus



Doplňte věty:

Endemit je organismus, který vznikl a je rozšířen jen v určitém omezeném území a nikde jinde se **nevyskytuje**. V úvahu se bere pouze přirozený výskyt. Podle doby vzniku se dělí endemity na **paleoendemity** a **neoendemity**. Paleoendemit je druh vývojově starý, vznikl ve **třetihorách** a dříve. Příkladem může být **jinan dvoulaločný** (*Ginkgo biloba*) omezený na malou oblast v Číně. Neoendemit je druh vývojově mladý až velmi mladý, vznikl až ve **čtvrtohorách**. Příkladem jsou skoro všechny endemity v ČR.



Vyber správnou možnost:

- Vysoký výskyt endemismu je na ostrovech. Endemismus vzrůstá s izolovaností a velikostí ostrova.
- Endemismus je stav druhu, který je rozšířen na mnoha územích
- Endemismus je situace, kdy se určitý organismus, ať už je to živočich nebo rostlina, vyskytuje jenom na nějakém zvláštním místě.

Vyjmenuj čtyři české nebo světové rostlinné endemity, jednoho najdeš na obrázku dole.

Jedle bělokorá

Baobab

Ostřice krkonošská

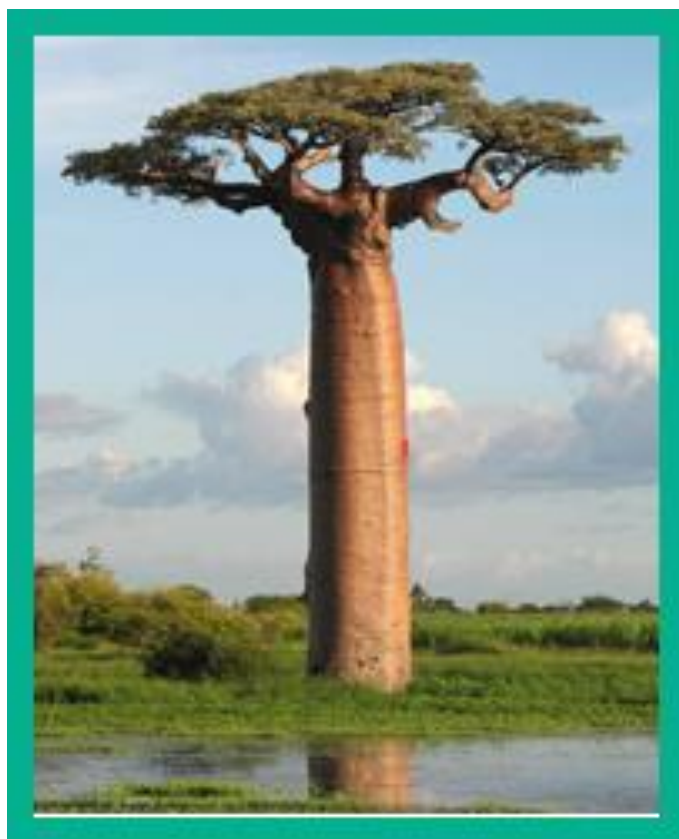
Bedrník skalní

Vylušti osmisměrku a objevuj rostliny, nebo živočichy vyskytující se pouze na daném území.

V	Ř	E	T	E	N	O	V	K	A
J	E	S	T	Ř	Á	B	N	Í	K
O	K	K	U	Ř	I	Č	K	A	E
K	O	S	H	A	D	C	O	V	Á
Á	B	T	V	Č	J	L	K	N	S
Č	Y	Ř	Č	E	E	A	O	J	A
H	L	E	E	S	Ř	B	R	E	R
O	K	V	L	K	Á	S	Ý	Ř	A
R	A	L	Á	Ý	B	K	Š	Á	N
S	D	Í	K	E	M	Ý	I	B	Č
K	T	K	B	A	O	B	A	B	E
Ý	É	S	K	Á	L	O	V	K	A

BAOBAB, JESTŘÁBNÍK, SARANČE, OKÁČ HORSKÝ,
STŘEVÍK, SKÁLOVKA, VŘETENOVKA,
KURIČKA HADCOVÁ, VČELÁK ČESKÝ, KOBYLKA, KORÝŠ.

Tajenka: ENDEMITÉ



Pracovní list endemismus



Doplňte věty:

Endemit je organismus, který vznikl a je rozšířen jen v určitém omezeném území a nikde jinde se V úvahu se bere pouze přirozený výskyt. Podle doby vzniku se dělí endemity na a Paleoendemit je druh vývojově starý, vznikl ve a dříve. Příkladem může být (*Ginkgo biloba*) omezený na malou oblast v Číně. Neoendemit je druh vývojově mladý až velmi mladý, vznikl až ve Příkladem jsou skoro všechny endemity v ČR.



Vyber správnou možnost:

- Vysoký výskyt endemismu je na ostrovech. Endemismus vzrůstá s izolovaností a velikostí ostrova.
- Endemismus je stav druhu, který je rozšířen na mnoha územích
- Endemismus je situace, kdy se určitý organismus, ať už je to živočich nebo rostlina, vyskytuje jenom na nějakém zvláštním místě.

Vyjmenuj čtyři české nebo světové rostlinné endemity, jednoho najdeš na obrázku dole.

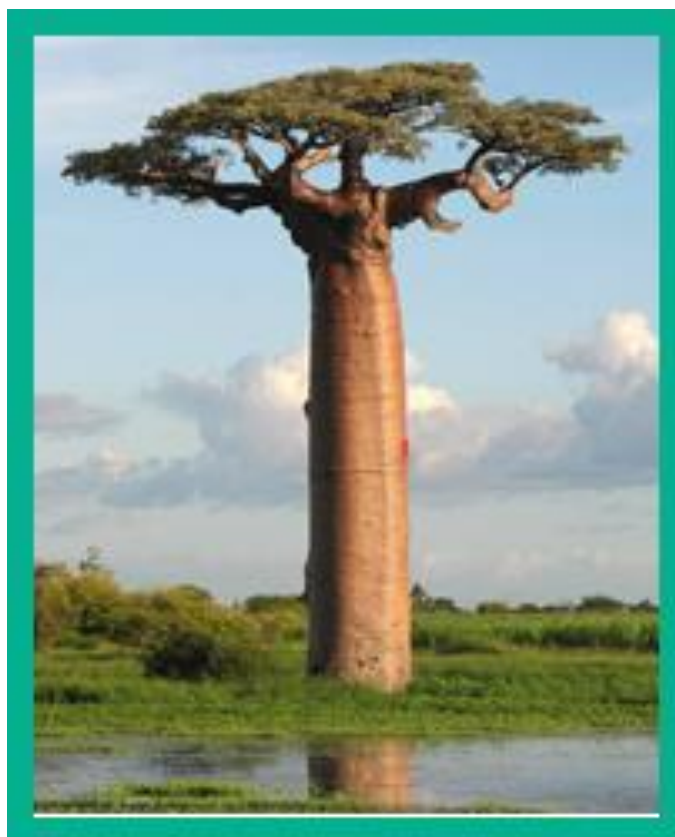


Vylušti osmisměrku a objevuj rostliny, nebo živočichy vyskytující se pouze na daném území.

V	Ř	E	T	E	N	O	V	K	A
J	E	S	T	Ř	Á	B	N	Í	K
O	K	K	U	Ř	I	Č	K	A	E
K	O	S	H	A	D	C	O	V	Á
Á	B	T	V	Č	J	L	K	N	S
Č	Y	Ř	Č	E	E	A	O	J	A
H	L	E	E	S	Ř	B	R	E	R
O	K	V	L	K	Á	S	Ý	Ř	A
R	A	L	Á	Ý	B	K	Š	Á	N
S	D	Í	K	E	M	Ý	I	B	Č
K	T	K	B	A	O	B	A	B	E
Ý	É	S	K	Á	L	O	V	K	A

BAOBAB, JESTŘÁBNÍK, SARANČE, OKÁČ HORSKÝ,
STŘEVLÍK, SKÁLOVKA, VŘETENOVKA,
KURIČKA HADCOVÁ, VČELÁK ČESKÝ, KOBYLKA, KORÝŠ.

Tajenka: _ _ _ _ _



Pracovní list Propast Macocha



Doplňte věty:

Propast Macocha je více než 138,5 metrů hluboká a je největší propastí svého druhu ve střední Evropě. Na okraji propasti jsou dva vyhlídkové **můstky**. **Punkevní** jeskyně jsou to nejvyhledávanější jeskyně Moravského krasu a jsou součástí nejdelšího jeskynního systému v České republice - **Amatérských** jeskyní. Propast Macocha, jež dostala jméno podle pověsti ze 17. století, vznikla zřícením **stropu** velké jeskyně. Proč se propast jmenuje Macocha? To prý v ní naříká nešťastná **macecha**.



Vyber správnou možnost:

- Amatérská jeskyně leží v jižní části Moravského krasu
- Říčka Punkva vzniká soutokem celé řady ponorných zdrojnic, které protékají na území vápenců.
- Dnem propasti protéká říčka Punkva, která napájí tři jezírka.

Stručně popiš vznik propasti Macocha

- Propast vznikla prolomením zesláblé klenby obrovského podzemního dómu, protékaného ponornou říčkou Punkvou.

Vysvětlete pojem "Light hole" Na základě čeho je Macocha zařazena do krasové klasifikace k propastem typu "light hole"?

- Mohutné rozměry propasti umožňují denní osvětlení celé prostory a proto ji v krasové klasifikaci řadíme k propastem typu "light hole". Toto se odráží i v podmínkách klimatických a vegetačních.

Vyhledej z různých zdrojů, kdy byla propast Macocha objevena a kdy zde započaly první sestupy a expedice.

- O existenci propasti Macocha věděli už praobyvatelé tohoto území. První zmínka o sestupu člověka do Macochy pochází z roku 1723, kdy se do propasti nechal spustit mnich minoritského kláštera v Brně Lazarus Schoper. Po něm, až do roku 1900, se uskutečnilo celkem asi 12 písemně zaznamenaných sestupů, z nichž se časem staly expedice. Jejich vyvrcholením byl objev a zpřístupnění suché části Punkevních jeskyní (1909-1914) a následně Macošských vodních dómů (1920-1933).

					1	A	M	A	T	É	R	S	K	Á
		2	P	U	N	K	V	A						
3	V	Á	P	E	N	E	C							
					4	P	O	N	O	R				
						5	CH	K	O					
6	K	R	U	H	A	T	K	A						

- Jak se jmenuje jeskyně, ze které vytéká říčka Punkva na dně propasti Macocha?
- Název říčky protékající Moravským krasem a dnem Macochy.
- Hornina, která je typická pro krasové území Moravského krasu.
- Místo, kde vodní tok směřuje do podzemí.
- Zkratka „chráněné krajinné oblasti“.
- Květina rostoucí na dně propasti, která se možná stane „endemitem“

Pracovní list Propast Macocha



Doplňte věty:

Propast Macocha je více než 138,5 metrů hluboká a je největší propastí svého druhu ve střední Evropě. Na okraji propasti jsou dva vyhlídkové můstky. Punkevní jeskyně jsou to nejvyhledávanější jeskyně Moravského krasu a jsou součástí nejdelšího jeskynního systému v České republice - Amatérských jeskyní. Propast Macocha, jež dostala jméno podle pověsti ze 17. století, vznikla zřícením stropu velké jeskyně. Proč se propast jmenuje Macocha? To prý v ní naříká nešťastná macecha.



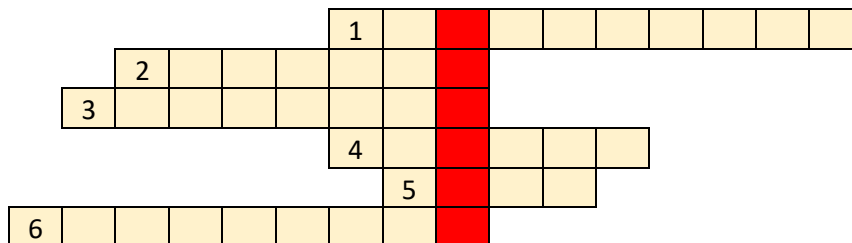
Vyber správnou možnost:

- Amatérská jeskyně leží v jižní části Moravského krasu
- Říčka Punkva vzniká soutokem celé řady ponorných zdrojnic, které protékají na území vápenců.
- Dnem propasti protéká říčka Punkva, která napájí tři jezírka.

Stručně popiš vznik propasti Macocha

Vysvětlete pojem "Light hole" Na základě čeho je Macocha zařazena do krasové klasifikace k propastem typu "light hole"?

Vyhledej z různých zdrojů, kdy byla propast Macocha objevena a kdy zde započaly první sestupy a expedice.



- Jak se jmenuje jeskyně, ze které vytéká říčka Punkva na dně propasti Macocha?
- Název říčky protékající Moravským krasem a dnem Macochy.
- Hornina, která je typická pro krasové území Moravského krasu.
- Místo, kde vodní tok směřuje do podzemí.
- Zkratka „chráněné krajinné oblasti“.
- Květina rostoucí na dně propasti, která se možná stane „endemitem“

Děkuji za použití pracovních listů ve výuce a budu velmi rád za jakoukoliv zpětnou vazbu.

S pozdravem a přáním mnoha zajímavých a inspirativních vyučovacích hodin.

Robert Pfitzner