Univerzita Karlova
Pedagogická fakulta

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2019 Bc. Svatopluk FROLÍK

Univerzita Karlova
Pedagogická fakulta
Katedra biologie a environmentálních studií

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Botanická zahrada Teplice a její využití při výuce na střední škole.

The Botanical Garden Teplice and its use in education at high school.

Bc. Svatopluk Frolík

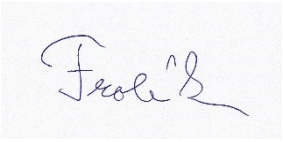
Vedoucí práce:	PhDr. Lucie Hlaváčová, Ph.D.
Studijní program:	Učitelství pro střední školy
Studijní obor:	Učitelství v.v.p. pro ZŠ a SŠ - biologie

Praha 2019

Prohlášení

Odevzdáním této diplomové práce na téma Botanická zahrada Teplice a její využití při výuce na střední škole potvrzuji, že jsem ji vypracoval pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále potvrzuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Praha, 17. dubna 2019



.....
podpis

Poděkování

Rád bych poděkoval PhDr. Lucii Hlaváčové, Ph.D. za cenné rady, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích a vypracovávání diplomové práce, Ing. Anně Frolíkové za vyhotovení pérovek do pracovních listů a informace o BZ Teplice. A v neposlední řadě děkuji mamince za celoživotní podporu a pomoc při studiu.

Abstrakt

Hlavním cílem diplomové práce bylo vytvořit funkční a v praxi použitelné pracovní listy, které budou využívány při exkurzích žáků středních škol do Botanické zahrady Teplice. Na základě studia středoškolských učebnic, odborné literatury a opakované návštěvy botanické zahrady byly vytvořeny otázky, které opakují učivo střední školy, ale zároveň ho také rozšiřují. Otázky byly zakomponovány do tří typů pracovních listů. První je zaměřen na fytogeografii, druhý na venkovní expozice a další dva listy na skleníkové expozice. Ke každému typu pracovních listů byl vytvořen text provázení, který má pomáhat průvodci, což může být pracovník zahrady, učitel i brigádník.

Zkušební verze pracovních listů vyplnilo při exkurzích 131 žáků ze čtyř středních škol. Vyplněné listy byly analyzovány a na základě výsledků byly zjištěny případné nedostatky otázek. Analýza spolu s věcnými připomínkami vedoucí práce vedly k úpravě otázek, které to vyžadovaly. Tak vznikla konečná verze pracovních listů, která bude používána při edukační činnosti v Botanické zahradě Teplice.

Klíčová slova

Pracovní listy, fytogeografie, Botanická zahrada Teplice, provázení.

Abstract

The main aim of the thesis was to create functional and practical worksheets that would be used on excursions by secondary school students to the Botanical Garden Teplice. Based on a study of secondary school textbooks, questions were created that repeated subject matter taught at the school, but also expanded it. The questions were incorporated into three types of worksheets dealing with phytogeography, outdoor exhibits and greenhouse exhibits. Guides were created for each type of worksheet to help the person accompanying students, who can be both an employee of the Botanical Garden or a teacher.

The test versions of the worksheets were tried out on 131 students from four secondary schools during field trips. The results obtained by completing the worksheets were analysed to identify the shortcomings of questions. This and substantive comments by the supervisor led to an amendment of the questions that required it, resulting in the final version of the worksheets to be used for educational activities at the Botanical Garden Teplice.

Keywords

Worksheets, phytogeography, Botanical Garden Teplice, guide.

Obsah

1 Úvod ... 2-8

2 Cíle ... 2-9

3 Botanická zahrada Teplice ... 3-10

3.1 Historie ... 3-10

3.2 Současnost ... 3-13

4 Exkurze do botanické zahrady ... 4-15

5 Typy pracovních úloh v pracovních listech. ... 5-17

6 Metodika k pracovnímu listu: Venkovní expozice ... 6-20

7 Text provázení Venkovní expozice ... 7-22

8 Testovaná verze pracovního listu Venkovní expozice (Autorské řešení) ... 8-31

9 Metodika k pracovním listům: Skleníky 1 a 2 ... 9-36

10 Text provázení Skleníky ... 10-38

10.1 Xerický skleník ... 10-38

10.2 Tropický skleník ... 10-41

10.3 Chladný skleník ... 10-47

11 Testovaná verze pracovního listu Skleníky 1 (Autorské řešení) ... 11-50

12 Testovaná verze pracovního listu Skleníky 2 (Autorské řešení) ... 12-54

13 Metodika k pracovnímu listu: Fytogeografie ... 13-58

14 Text provázení Fytogeografie ... 14-60

14.1 Venkovní expozice ... 14-60

14.2 Hala ... 14-68

14.3 Xerický skleník (suchý skleník) ... 14-68

14.4 Tropický skleník ... 14-72

14.5 Chladný skleník ... 14-75

15 Testovaná verze pracovního listu Fytogeografie (Autorské řešení) ... 15-78

16 Metodika výzkumu ... 16-82

16.1 Cíle a výzkumné otázky ... 16-82

16.2 Sběr dat ... 16-82

16.3 Statistické vyhodnocení ... 16-83

17 Výsledky ... 17-84

18 Shrnutí a sebereflexe ... 18-91

19 Diskuse ... 19-93

20 Závěr ... 20-94

21 Literatura ... 21-96

1 Úvod

Důvodem pro výběr tohoto tématu diplomové práce byl můj zájem o botaniku a absence takovýchto didaktických materiálů v Botanické zahradě Teplice. Bylo pro mne také důležité, aby měla má závěrečná práce praktický význam a nejednalo se jen o teoretickou studii.

Hlavním úkolem práce bylo vytvořit pracovní listy pro Botanickou zahradu Teplice. Na tuto botanickou zahradu se každoročně obrací mnoho základních, ale hlavně středních škol s požadavkem komentovaných prohlídek (Frolíková, 2019 vlastní sdělení). Tyto prohlídky byly doposud neúplné z hlediska didaktického. Bylo třeba vytvořit pracovní listy, díky kterým žáci využijí nejen sluchu, ale i dalších smyslů.

Po poradě s pracovníky zahrady a několikanásobné návštěvě expozic bylo rozhodnuto o vypracování zvláštních listů pro venkovní expozice, skleníkové expozice a listy zaměřené na fytogeografii. Pracovní listy Fytogeografie využívají venkovních i skleníkových expozic. Pro skleníky jsou vytvořeny dva typy pracovních listů.

Mnoho hodin zabralo studium konkrétních rostlin a možnost jejich použití jako modelů pro vysvětlení pojmů anatomie, morfologie, ekologie, fytogeografie. Bylo také třeba rozhodnout, které rostliny venkovních expozic do pracovních listů zahrnout, aby bylo možné listy používat celoročně. Pracovní list Venkovní expozice je tedy zaměřen spíše na jarní a letní období. Pracovní list Fytogeografie také využívá venkovních expozic, ale zahrnuty jsou pouze dřeviny, které je možné prezentovat i v zimních měsících.

Všechny mnou vytvořené výukové materiály budou v praxi využívány Botanickou zahradou Teplice a středními školami regionu. Učitelé, kteří se zkušebního provázení zúčastnili, s povděkem kvitovali vznik pracovních listů a jejich kvalitu. Exkurzí do botanické zahrady se účastní v rámci výuky botaniky každoročně, ale vždy jim tato činnost chyběla.

2 Cíle

Hlavním cílem této diplomové práce bylo vytvořit výukové a podpůrné prostředky zaměřené na středoškolské žáky, které by sloužily nejen Botanické zahradě Teplice, ale také školám v regionu. Dílčí úkoly byly tyto:

- Vytvoření pracovních listů.
- Vytvoření textů provázení.
- Vytvoření mapek a tras provázení.
- Ověření pracovních listů a textů v praxi.
- Analýza získaných dat z vyplněných pracovních listů.
- Vytvoření konečné verze pracovních listů.

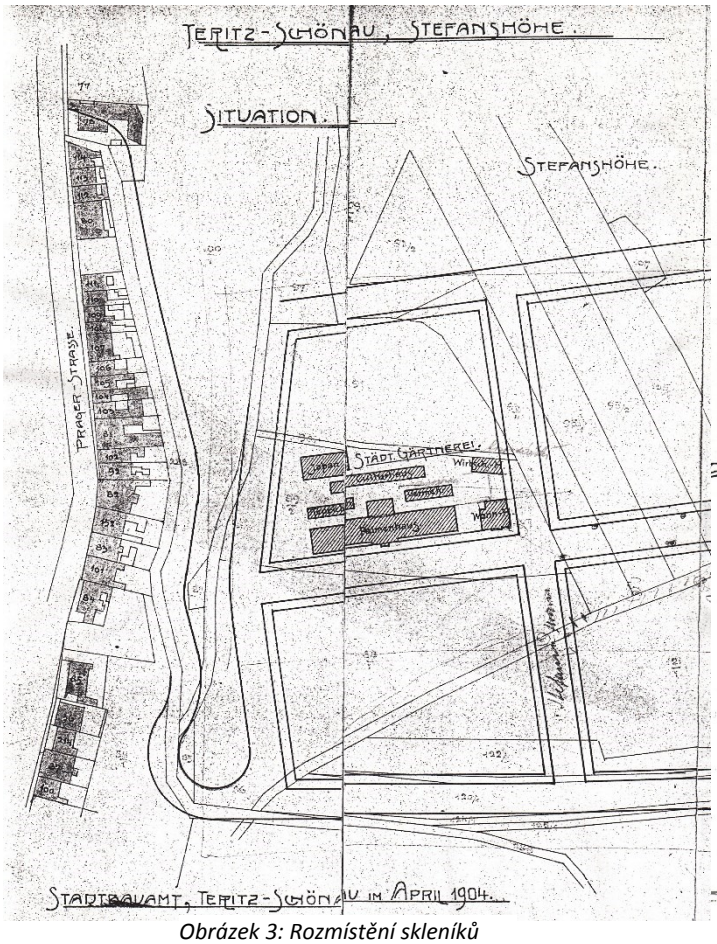
3 Botanická zahrada Teplice

Všechny informace v této kapitole byly získány z archivních materiálů, uložených v Archivu města Teplic, a od pracovníků Botanické zahrady Teplice.

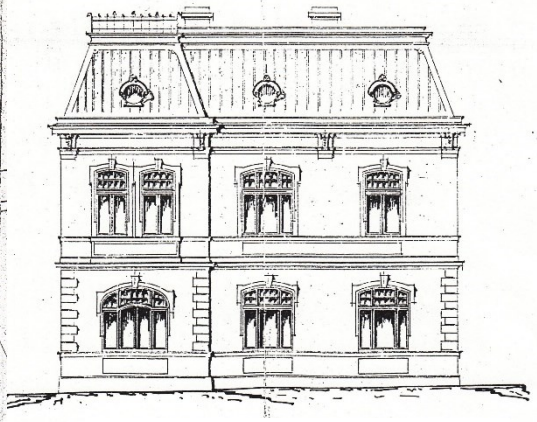
3.1 Historie

Počátky zahrady na Štěpánově výšině (dnes Písečný vrch) sahají dle archivních materiálů až do roku 1896. Tohoto roku došlo k odkoupení pozemků od pana Adolfa Modrey za účelem vybudování zásobní zahrady pro město Teplice-Šanov. Toto rozhodnutí padlo na zasedání městské rady 29. září 1896. Původní zahrada se nacházela u židovské synagogy, ale nevyhovovala potřebám města, zejména z hlediska ceny pozemku, znečištění kouřem a malou plochou. Zahrada měla zásobovat rostlinami lázeňské parky. Tento účel jí vydržel dlouhá léta.

V roce 1904 vytvořil architekt Ing. Ad. Siegmund výkresy vily, rozmístění skleníků a hospodářské budovy (viz obrázky 1,2,3), ve které se nacházela kuchyně, stáj pro koně a seník. Stavba začala někdy v roce 1905.



Obrázek 3: Rozmístění skleníků (archiv města Teplic)



Obrázek 1 Vila (archiv města Teplic)

Obrázek 2: Hospodářská budova (archiv města Teplic)

Dnes se ve vile nachází byt ředitele a jeho kancelář, kancelář účetní, pokladna a cukrárna. Hospodářská budova se proměnila v zázemí pro zaměstnance (šatny, kanceláře, toalety, sprchy, jídelna, místo seníku je sklad).

V zimě roku 1970 vyhořela kotelna a ve sklenících zmrzla většina rostlin. Vydržel např. *Cycas revoluta* a několik dalších. Díky této nehodě však mohlo dojít k rekonstrukci starých skleníků.

Obrázek 4: Skleníky po rekonstrukci v 70. letech 20. století

V roce 1971 vypsalo město inzerát na vedoucího zásobní zahrady. Přihlásila se Ing. Marie Sternthalová, která byla na vypsané místo přijata. V té době bylo v Teplicích a okolí značně znečištěné ovzduší. Kvůli smogu byly Krušné hory vidět jen výjimečně. Právě proto Ing. Sternthalová navrhovala zpřístupnění zahrady veřejnosti a vytvoření ukázkových expozic ve sklenících. Chtěla, aby lidé a zejména děti mohly zajít do krásného prostředí a seznámit se s rostlinami a přírodou vůbec. Její nápad se líbil tehdejšímu teplickému starostovi Kindlovi i místostarostové Bayerové. Přislíbili finanční prostředky na vytvoření sbírek rostlin, jejich získávání nechali na Ing. Sternthalové. Využila svých kontaktů v několika českých zahradách. Hlavní část sbírek získala z Lednice, z Botanické zahrady Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze (Na Slupi), z Botanické zahrady a arboreta v Brně, kde v té době působil známý český pěstitel orchidejí Ing. Jindřich Dušek. Ten poskytl teplické zahradě řadu orchidejí. Ing. Sternthalová působila v Zásobní a sbírkové zahradě města Teplic do roku 1977, kdy odešla do Ústí nad Labem.

Skleníky byly rekonstruovány (1973) do stejného tvaru (půdorysu), jaký měly skleníky původní (z počátku 20. století), (viz obrázek 4). Vstup do zahrady byl zdarma. Pro školy byla zahrada otevřena v dubnu roku 1974 a pro veřejnost v roce 1975. Před otevřením navrhoval některé venkovní expozice významný zahradní architekt prof. Ivar Otruba. V roce 1975 zde proběhla jedna z prvních konferencí botanických zahrad. Pro potřeby městských parků byly pěstovány letničky, dvouletky, pereny, keře, uchovávaly se velké palmy, které se dávaly hlavně před teplické divadlo, nebo i do záhonů. Zahrada se účastnila výstav Flory Olomouc, odkud přivezla několik medailí. Tyto funkce zastávala zahrada až do roku 2002.

Vývoj zahrady se zásadně změnil v roce 2002, kdy z ní statutární město Teplice vytvořilo Botanickou zahradu Teplice. Ředitelem byl jmenován Mgr. Jiří R. Haager, který předtím působil v Botanické zahradě Praha. Bylo rozhodnuto o budoucím zbourání starých skleníků a postavení zcela nových, moderních. S bouráním se začalo v roce 2004. Tomu předcházela výstavba nových zásobních skleníků, do kterých se všechny rostliny ze starých skleníků přestěhovaly. Nový skleník (viz obrázek 5) byl dokončen v prosinci 2005. Rostliny byly postupně přemísťovány ze zásobních skleníků do nových expozic a v říjnu 2006 byla zahrada po dvouleté přestávce otevřena pro veřejnost.

Obrázek 5: Současné skleníky (fotografie Anna Frolíková, 2018)

Jména vedoucích zahrady (podle paměti zahradnic)

1953	Ulrichová
1957	Němec
	Voráč
1958-63	Kment
	Krejcarová Alena
1967-70	Sirůček Petr
	Jarolímek Jan
	Šerber Zdeněk
	Šťastný Zdeněk
1971-1977	Sternthalová Marie
	Šťastný Zdeněk
	Tvrzníková Jana
1990	Michálková Věra
2002 - dosud	Haager Jiří

3.2 Současnost

Dnes je Botanická zahrada Teplice moderní institucí, která je členem BGCI (Botanic Gardens Conservation International), IPEN (International Plant Exchange Network), Unie botanických zahrad České republiky. Vydává vlastní Index seminum, který rozesílá ostatním botanickým zahradám. Zaměřuje se zejména na sbírkovou činnost a testování mrazuvzdornosti rostlin na venkovních expozicích. (Chytrá 2010)

V botanické zahradě probíhají komentované prohlídky skleníků i venkovní plochy. Jsou přizpůsobené stáří studentů a jsou doplněné obrázky a různými přírodninami - ukázky plodů, šišek či rostlin, které v expozici nejsou. Po předchozí domluvě je možné prohlídku zaměřit na určité téma - například léčivé rostliny, užitkové rostliny, vegetace jednotlivých podnebných pásů, rostliny s atraktivními plody. Každoročně se pro studenty teplického gymnázia připravuje speciální přednáška, týkající se botanické části biologické olympiády. Na stolech jsou přichystány rostliny, jejich části či produkty, obrázky, tabulky a další didaktické pomůcky, které je mají seznámit s problematikou aktuálního ročníku biologické olympiády. Proběhly přednášky na téma: Budiž světlo!, Když musíš, tak musíš, Mládí vpřed! a Komunikace.

Na praxi do botanické zahrady se hlásí studenti středních i vysokých škol. Jsou zapojeni do činností v xerickém, tropickém i chladném skleníku a na venkovní expozici. Od jednotlivých zahradníků získávají informace o úseku, který má na starost. Jsou seznámeni s každodenním chodem zahrady - úklidem, zálivkou, pletím, sázením rostlin, ale dostávají i odborné úkoly. Provádí soupisy rostlin na určité ploše, k nejzajímavějším druhům vytvářejí naučné cedule,

vyhledávají informace o původu napěstovaných rostlin. Fotografují právě kvetoucí druhy a své fotografie umisťují na facebookové stránky zahrady do rubriky Co právě kvete. Podle období, ve kterém praxe probíhá, si studenti vyzkouší výsevy spór kapradin, stratifikaci semen, řízkování, výsadbu letniček na záhon či do nádob, aranžování květin. Jejich znalosti planých i okrasných rostlin jsou otestovány poznávačkou asi 30 druhů (taxonů).

Botanická zahrada dlouhodobě spolupracuje se Základní školou a praktickou školou Arkadie se sídlem v Teplicích. Každý týden dochází studenti základní i střední školy na praxi. Ta je přizpůsobená jejich handicapům. Studenti hrabou listí, zametají cestičky, čistí lavičky, myjí cedulky a výsevní květináče, sbírají šišky, lusky a další plody, které se posléze používají na tvořivé dny. Pomáhají s tvorbou plakátů. Každoročně se na týdenní až čtrnáctidenní praxi hlásí také studenti Střední odborné školy pro ochranu a obnovu životního prostředí – Schola Humanitas v Litvínově.

Mimo praxe se studenti zapojují do akcí pro veřejnost. Jedná se o tzv. tvořivé dny, kde si děti i dospělí vytváří různé výrobky a aranžmá (velikonoční kraslice, zdobené perníčky, věnce, svícny, zápichy, malované ozdoby). Tyto akce jsou velmi oblíbené a jejich návštěvnost stoupá.

Žákům základních škol se na Den Země nabízí speciální program zahrnující několik stanovišť s naučným a ekologickým podtextem (poznávání přírodnin po hmatu a čichu, skládání botanických obrázků, sběr předmětů, které do přírody nepatří, poznávačka rostlin, přiřazování rostliny a produktu, který se z ní získává). Již tradičně s akcí pomáhají pracovníci Domu dětí a mládeže v Teplicích. Na pořádání se také podíleli studenti teplického gymnázia (středoškoláci).

V letním období se studentům středních a vysokých škol nabízí brigáda. Obvykle se jedná o studenty se zájmem o botaniku nebo pěstování rostlin (zahradničení). Zapojují se do běžných činností v zahradě - úklid ve sklenících, zálivka, pletí, mytí květináčů a cedulek, odstraňování zvadlých květů u nádobových rostlin, sběr semen nebo zametání cest.

Botanická zahrada sídlí na adrese Josefa Suka 1388/18, 415 01 Teplice. Je otevřena v zimních měsících (1.10.-30.4.) od úterý do neděle 9.00 až 17.00 hod. a v letních měsících (1.5.-30.9.) od úterý do neděle 9:00 až 18:00 hod. Vstupné pro dospělé činí 50 Kč, pro děti od 7 do15 let 25 Kč, děti do 6 let mají vstup zdarma. Stránky botanické zahrady jsou na internetové adrese www.botanickateplice.cz.

4 Exkurze do botanické zahrady

Při výuce přírodopisu či biologie má zásadní důležitost prezentace preparovaných přírodnin nebo živého materiálu. Z hlediska botaniky je věc jednoduchá, jelikož rostlin i v okolí školy bývá dostatek. Problém může nastat, pokud učitel floristiku (určování rostlin) neovládá tak dobře, jak by měl, a proto raději terénní cvičení vynechává, aby jeho nedostatek nevyšel najevo. V takových případech je nejvhodnější volit exkurzi do nebližší botanické zahrady, kde jsou specialisté, kteří bez větších obtíží práci za učitele odvedou. (Pavlasová et al. 2015)

Jistou nevýhodou může být, že rostliny žák neuvidí v jejich přirozeném prostředí, ale pokud jde o morfologii, anatomii, taxonomii aj., dozví se mnohem více informací než z obrázků v učebnici. Navíc mnoho botanických zahrad dnes člení expozice dle geografického rozšíření rostlin, a proto žáci vidí pohromadě rostliny, které se ve volné přírodě skutečně mohou „potkat". (Pavlasová et al. 2015)

Nejprve je třeba určit cíl takové botanické exkurze. Pokud si učitel vybere návštěvu Botanické zahrady Teplice, bude mu nabídnuta exkurze se zaměřením na fytogeografii rostlin, prohlídku venkovních expozic (kde žák uvidí a uslyší o rostlinách, které relativně dobře snášejí středoevropské zimy) a prohlídku skleníkových expozic (kde žák uvidí a uslyší o rostlinách tropických a subtropických).

Dále je třeba vyřešit a domluvit s žáky, vedením školy a v neposlední řadě s botanickou zahradou termín exkurze. V Botanické zahradě Teplice totiž nejsou pedagogičtí pracovníci, kteří by byli stále připraveni provádět návštěvníky, a už vůbec nejsou určené oficiální dny či hodiny provázení, proto je třeba se předem ohlásit. Do botanické zahrady se platí vstupné, proto musí učitel buď předem, nebo na místě vybrat od žáků peníze a zakoupit zvýhodněnou, hromadnou vstupenku.

Pokud učitel nechce využít služby pracovníka zahrady, nebo zrovna není žádný volný, může si nastudovat příslušný text provázení k pracovním listům této diplomové práce a provádět studenty sám. Text provázení a pracovní listy budou umístěny na internetových stránkách botanické zahrady a učitel si je před exkurzí jednoduše stáhne a vytiskne příslušný počet, který bude potřebovat.

Samotná exkurze trvá od 45 do 60 minut. Po ukončení provázení si učitel vybere od studentů vyplněné pracovní listy, které může hned, nebo až ve škole vyhodnotit pomocí autorských řešení, která budou na stránkách botanické zahrady také k dispozici. Klasifikace pracovních listů je na příslušném učiteli.

5 Typy pracovních úloh v pracovních listech.

Typizace úloh v pracovních listech se řídí stejnými pravidly jako u didaktických testů, ve kterých jde spíše o zjištění stavu poznání probrané látky. Úlohy v pracovních listech mají spíše aktivovat žáka při exkurzi, aby využíval i jiných smyslů než jen sluch a zrak, tak dojde k lepšímu zapamatování prezentovaných informací. (Chrástka 1999, Jeřábek 2010) Nejčastějšími typy úloh pracovních listů jsou:

1. Uzavřená otázka - s volbou jedné správné odpovědi

   Klasická testová otázka, v níž žák volí z několika možností odpovědí jen jednu správnou. Odpovědi jsou nejčastěji označeny písmeny a, b, c, d… a žák kroužkuje písmeno správné odpovědi. (Chrástka 1999, Jeřábek 2010)

   Příklad:

   Jak se nazývá provzdušňovací pletivo rostlin?
   a. Sklerenchym
   b. Parenchym
   c. Aerenchym
   d. Kolenchym

2. Uzavřená otázka - výběr několika správných odpovědí

   Toto je variace na předchozí otázku, s tím rozdílem, že žák vybírá více správných odpovědí. Otázka nemusí být řešena jako abc, ale lze například zakroužkovat celá slova nebo je podtrhnout. (Chrástka 1999, Jeřábek 2010)

   Příklad:

   Zakroužkuj 5 aromatických rostlin pocházejících ze Středomoří.

fenykl	pelargonie	vavřín	opuncie	špirlice	levandule
sluncovka	klejicha	yzop	třapatka	dračík	majoránka

3. Uzavřená otázka – přiřazovací

   V tomto typu otázky jsou nejčastěji dva sloupce pojmů. Vždy lze vybrat dvojici, která spolu souvisí, nebo jeden pojem vysvětluje druhý. Spojování se provádí čarou nebo očíslováním pojmů v jednom sloupku a přiřazením stejných čísel k souvisejícím

pojmům v sloupku druhém. Ve sloupcích nemusí být vždy stejný počet pojmů. (Chrástka 1999, Jeřábek 2010)

Příklad:

Přiřaď jedovatou látku k rostlině, která ji produkuje.

rulík zlomocný	digitoxin
náprstník červený	akonitin
oměj šalamounek	atropin

4. Uzavřená otázka - dichotomická

Dichotomická úloha by se dala nazvat „buď, anebo“. Někdy se jim říká úlohy s dvoučlennou volbou. V této úloze je dána otázka, na kterou žák odpovídá výběrem ze dvou možností nejčastěji ano - ne, správně - nesprávně, pravda - lež, nebo se může jednat o konkrétní informaci a zaškrtnutí té správné. (Chrástka 1999, Jeřábek 2010)
Příklad:

Jakou **primární** funkci mají trny žlutodřevu (dle jejich orientace)?

Zaškrtni: obranou ☐ úchyty při šplhání. ☐

Jakou **primární** funkci mají trny růže (původně se jedná o liány)?

Zaškrtni: obranou ☐ úchyty při šplhání. ☐

5. Otevřená otázka - vysvětlení pojmu

Je předložen odborný výraz a žák musí vlastními slovy vysvětlit, co tento pojem znamená. Na otázku tohoto typu je třeba více času, aby si ji žák mohl řádně promyslet. (Chrástka 1999, Jeřábek 2010)
Příklad:

Co je to myrmekofilie?

……

……

6. Otevřená otázka - se stručnou odpovědí

Tato otázka je opakem otázky předchozí, po žáku se požaduje uvedení krátkého pojmu, který jasně vystihuje znění otázky, jež je zároveň popisem tohoto pojmu. (Chrástka 1999, Jeřábek 2010)

Příklad:

Jak se nazývají specializované trichomy (chlupy) rosnatek? ……

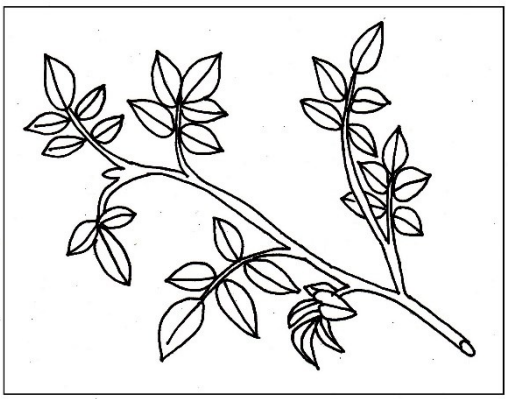
7. Otevřená otázka - práce s obrázkem

Žáku je předložen obrázek, který je nejčastěji neúplný, a je po něm požadováno, aby dokreslil důležité části, které chybí. Nebo se může jednat o slepou mapu, do které žák dopisuje požadované názvy. Také může být vytvořena pouze otázka a žák sám namaluje požadovaný objekt. (Chrástka 1999, Jeřábek 2010)

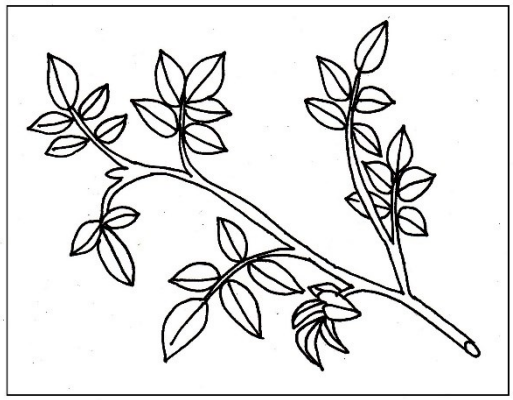
Příklad:

Do obrázků domaluj prostorovou orientaci trnů.

žlutodřev šálivý



růže



O úspěšnosti žáků v jednotlivých typech otázek poskytuje praktické informace kapitola Výsledky (viz kapitola 17) této diplomové práce a teoreticky je tato problematika probrána v kapitole Shrnutí a sebereflexe (viz kapitola 18).

6 Metodika k pracovnímu listu: Venkovní expozice

Název pracovního listu: Venkovní expozice

Doporučený ročník: 1. – 4. ročník střední školy

Čas provázení: cca 45-60 minut

Období: nejlépe květen až červen, ale pracovní listy jsou vytvořeny tak, aby bylo možné provázení celoročně (zařazení hlavně dřevin, které lze pozorovat celý rok).

Kdo žáky provádí: Učitel nebo odborný pracovník zahrady. Oba mají k dispozici text provázení (který následuje). Pokud si učitel vybere provázení pracovníkem zahrady, tak se musí bezpodmínečně předem ohlásit, telefonicky nebo emailem. Botanická zahrada totiž nemá speciální pracovníky pro styk s veřejností, a proto většinou provází vedoucí jednotlivých expozic, kteří jsou jinak plně zaměstnáni péčí o jejich úseky.

Materiály: pracovní listy i texty provázení budou přístupné ke stažení na internetových stránkách Botanické zahrady Teplice.

Cíle:

-žák vyjmenuje základní pletiva rostlin a popíše jejich funkci

-žák vysvětlí pojmy jako: gutace, inkrustace, vernace, trichomy, heterofylie, korkové lišty, etiolizace, brachyblast

-žák dokáže přiřadit jedy ke konkrétním rostlinám

-žák dokáže vybrat rostliny pocházející ze Středomoří

Tematický celek: Všeobecná botanika cévnatých rostlin

Učivo: Pletiva, Orgány, Vodní režim, Metabolismus, Systém a evoluce, Ekologie

Mezipředmětové vztahy: fyzika, chemie, environmentální výchova, geografie

Pomůcky: pracovní list, psací potřeby, tvrdá podložka na psaní, učitel má k dispozici text provázení.

Vypracování listu: během exkurze a po skončení, samostatně procházením expozice

Rozvíjené klíčové kompetence:

- kompetence k učení

- kompetence k řešení problémů

- kompetence komunikativní

Aktivity: vybavování informací, práce s textem, samostatné procházení zahrady.

Způsob hodnocení práce studentů: pracovní listy hodnotí učitel a následně konfrontuje žáky s výsledky (buď přímo po skončení exkurze, nebo při nejbližší hodině biologie ve škole).

Očekávané výstupy:

-žák si prohloubí a upevní znalosti získané při školní výuce botaniky

-žák je seznámen s velkou diverzitou cévnatých rostlin světa

-žák se seznámí s významnou přírodovědnou institucí regionu, ve kterém žije

7 Text provázení Venkovní expozice

Informace v textu, které musí při výkladu zaznít, aby mohli žáci vyplnit pracovní list, jsou označeny tučnou svislou čarou na okraji stránky. Text je členěn dle prohlídkové trasy (zahrada je rozdělena geograficky).

Leknín – *Nymphaea*

Vědecký název odkazuje na takzvané Nymfy, což jsou dle řecké mytologie vodní víly. Jedná se o vodní rostliny, kořenující na dně stojatých nebo mírně tekoucích vod, s listy a květy splývajícími na hladině (*viz Příloha 3, obrázek 1*). V dlouhých řapících listů se nachází pletivo zvané **aerenchym** (provzdušňovací pletivo). Průduchy listů se nachází na svrchní straně listu, jelikož spodní je ponořená ve vodě. V České republice se přirozeně ve volné přírodě nachází dva druhy leknínů, a to leknín bílý a bělostný. Pro květy leknínů je typický postupný přechod od kališních lístků přes korunní plátky k tyčinkám. (Vaněk 1987)

Modřil různokvětý – *Indigofera heterantha* – indigovník

Když se řekne indigovník, každému se hned jistě vybaví **modré barvivo**. To produkuje i tento druh rostliny, která pochází z Himálaje. Roste v nadmořské výšce 1500-3000 m n. m. Dosahuje výšky 1-2,5 metru. Patří mezi bobovité rostliny. Květy jsou růžové 1 cm dlouhé. (Horáček 2007)

Smrk černý – *Picea mariana*

Vytváří rozsáhlé lesní komplexy v Severní Americe. Vyhovují mu vlhká místa na okrajích mokřadů nebo rašeliništích, ale snáší i místa suchá. Jako většina smrků má mělký kořenový systém, a proto může růst i na trvale zmrzlé půdě (permafrostu), která v letních měsících v povrchové vrstvě rozmrzá. Dosahuje výšky 20 až 30 metrů, koruna je úzce kuželovitá. Jehlice hustě uspořádané, modrozelené, matné (*viz Příloha 3, obrázek 2*). Šišky jsou malé, 2-3 cm dlouhé. Dřevo není příliš hodnotné, hodí se k výrobě celulózy a papíru. V posledních letech došlo k přemnožení mšice smrkové (*Elatobium abietinum*), která silně poškodila smrky pichlavé v severozápadních Čechách (mostecko, teplicko, chomutovsko). Napadení se týkalo ale také smrků černých (což je stále na tomto exempláři viditelné). Pokud smrk napadení přežije, může zregenerovat. (Hieke 2008)

Břečťan popínavý – *Hedera helix*

Tato popínavá rostlina, která se vyznačuje výraznou **heterofylií,** patří mezi dřevnaté liány, vytvářející příčepivé kořínky. Heterofylii můžeme pozorovat na plodných výhonech (celokrajné, vejčité nebo srdčité listy) a na sterilních výhonech (laločnaté listy). V zahradnické praxi je mnoho různých kultivarů, které se odlišují zejména barvou, tvarem a kresbou na listech. Květy v okolících, plody bobule. Rostlina je jedovatá, ale využívá se i jako léčivka. (Horáček 2007, Schönfelder 2010)

Háj a jarní aspekt (když je)

Brzy na jaře můžeme v některých listnatých lesích pozorovat takzvaný **jarní aspekt**. Jedná se o polštáře kvetoucích rostlin, které využívají krátkého jarního období, kdy jsou stromy ještě neolistěné (na zem dopadá světlo), ale již je dostatečně teplo, aby mohly vykvést. Jsou to například dymnivky, orseje, sasanky, sněženky, bledule aj. Těmto rostlinám se také říká **efemery** a **efemeroidy**. Rozdíl je v tom, že efemery rychle vyrostou, rozkvetou, zaplodí a uhynou (jednoletky). Efemeroidy rozkvetou, zaplodí a pak se stáhnou do podzemních cibulek, hlíz nebo oddenků a vyčkávají na další jaro. (Kubát 2003)

Ostrolistec kopinatý – *Cunninghamia lanceolata*

Jedná se o vývojově starobylou dřevinu, která je třetihorním reliktem v Tchaj-wanu a Číně, tedy v Paelotropické oblasti. Stálezelená dřevina s úzce kuželovitou korunou, ve své domovině dosahující výšky 10-25 metrů. Listy jsou úzce kopinaté (odtud také jeho český název), tuhé, kožovité (*viz Příloha 3, obrázek 3*). Šišky téměř kulovité, 3-4 cm dlouhé. V našich podmínkách má spíše dekorativní funkci. Ve své domovině je dřevo využíváno jako materiál k stavbám mostů a lodí a v nábytkářství. (Hieke 2008)

Žlutodřev šálivý syn. čínský – *Zanthoxylum simulans*

Keř dosahující výšky 3 metrů, jehož trny směřují na rozdíl od růže vzhůru. V našich podmínkách na zimu opadává. Byť je svým vzhledem dosti podobný růžím, patří do čeledi routovité. Listy 7-20 cm dlouhé, lichozpeřené. Květenství vrcholík nebo lata. Plody červenavé, sušené se používají jako náhrada pepře („sečuánský pepř“). Pochází z Číny a Thaj-wanu. (Horáček 2007)

Pajehličník přeslenitý – *Sciadopitys verticillata* – endemit **Japonska**

Jeho domovem jsou ostrovy Honšú, Šikoku a Kjúšú v Japonsku. Roste převážně v horských lesích, kde se pěstuje i pro lesní hospodářství. Dosahuje výšky až 40 metrů a obvodu kmene až 3 metry (v našich podmínkách výrazně menší jedinci). Zvláštní, 8-12 cm dlouhé dvoujehlice v paprsčitých přeslenech připomínají rozevřený deštník. Odtud je odvozen anglický název „umbrella pine“. Šišky podlouhle vejčité, 6-10 cm dlouhé. Kořenový systém do hloubky i do šířky hustě rozložen. Nemá rád půdy bohaté na vápník, kde trpí chlorózou. (Hieke 2008)

Smrk pichlavý – *Picea pungens*

Smrk pichlavý, často nesprávně nazývaný jako smrk stříbrný, je strom, který dosahuje výšky 30-40 metrů. Jehlice jsou tuhé a velmi ostré, jejich barva je stříbřitá. Šišky 6-10 cm dlouhé. Byl masivně vysazován v Krušných horách po zničení původních porostů smrku ztepilého kyselými dešti. V současnosti je však decimován houbovou chorobou kloubnatkou. Jeho původním domovem je západ USA, kde roste v nadmořských výškách 2000-3300 m n. m. (Hieke 2008)

Zeravinec japonský – *Thujopsis dolabrata*

Menší strom původem z Japonska dosahující výšky až 15 metrů (v evropských podmínkách méně). Jeho větévky jsou ploché, pokryté šupinovitými, vstřícnými lístky, na spodní straně s výraznou bělavou kresbou. Šišky se v našich podmínkách vyvíjí jen výjimečně. (Hieke 2008)

Kapraď samec – *Dryopteris filix-mas*

Tato výtrusná rostlina má až 140 cm dlouhé, zpeřené listy, u kterých je nápadná circinátní vernace. Na rubu fertilních listů se nachází kupky výtrusnic, kryté ledvinitou ostěrou. Nejlépe jí vyhovují stinná a vlhká stanoviště listnatých, smíšených i jehličnatých lesů. V ČR se vyskytuje běžně a dosahuje nadmořské výšky až 1400 m n. m. (Studnička 2009)

Borovice osinatá – *Pinus aristata* – dlouhověkost

Původem ze Severní Ameriky konkrétně Rocky Mountains. Roste tedy v převážně suchých pohořích. Tvoří stromy vysoké až 15 metrů. Jehlice ve svazečcích po pěti, velmi hustě stěsnané, 2-4 cm dlouhé, na jejichž povrchu jsou malá pryskyřičná zrnka. Šišky vejčitě válcovité 4-9 cm dlouhé na štítcích s ostnem (*viz Příloha 3, obrázek 4*). Dosahuje vysokého

stáří, v Coloradu je evidován strom, jehož věk se odhaduje na cca 2500 let. Blízká příbuzná, borovice dlouhověká dosahuje věku až 5000 let. Roste v nadmořských výškách 2800–3600 m n. m. na velmi chudých skalnatých půdách. (Hieke 2008)

Špirlice nachová – *Sarracenia purpurea*

Patří mezi masožravé rostliny, u nichž srůstem listu vznikla láčka sloužící k pasivnímu lapání kořisti. Kořistí je hlavně hmyz, který je v enzymatické šťávě rozkládán na látky využitelné rostlinou. Tekutina uvnitř láčky je navíc osídlena symbiotickými bakteriemi, které rozkladu těl živočichů také napomáhají. Druh osidluje velkou část Severní Ameriky od Kanady až po Louisianu. Láčky mohou mít délku až 45 cm a květy průměr 10 cm (*viz Příloha 3, obrázek 5*). Tato rostlina je ve znaku Botanické zahrady Teplice. (Studnička 2006)

Bublinatka jižní – *Utricularia australis*

Pro většinu bublinatek je typický lapací orgán listového původu, který vypadá jako měchýřek s otvorem. Uvnitř tohoto měchýřku je vytvářen rostlinou sáním vody podtlak, díky kterému je kořist nasáta dovnitř. Na vnitřní straně měchýřku jsou buňky produkující enzymy, rozkládající živočichy na jednodušší, pro rostlinu stravitelné látky. Celá rostlina je ponořena, ale v době květu vyráží stvol se žlutým květem nad hladinu, aby mohlo dojít k opylení. Doba květu červen až září. Velká populace se nachází také v rybníce na Písečném vrchu nedaleko Botanické zahrady Teplice. (Studnička 2006, Švarc 2003)

Řezan pilolistý – *Stratiotes aloides*

Vytrvalá vodní rostlina s ostře pilovitými, 15-40 cm dlouhými listy, které vytváří růžici. Listy vytváří růžici, z jejíhož středu od června do srpna vyrážejí bílé, trojčetné květy (*viz Příloha 3, obrázek 6*). Plodem je tobolka. Rostlina je většinou napůl ponořená a vyžaduje stojaté vody, kde se příliš nemění výška vodní hladiny. V ČR je to rostlina vzácná a chráněná. Svým habitem silně připomíná tropické bromélie. (Vaněk 1987)

Suchopýr pochvatý – *Eriophorum vaginatum*

Tuto rostlinu můžeme v ČR nejčastěji nalézt na rašeliništích a mokřadech, kde nás na první pohled upoutá bílým chmýrem na vrcholcích stonků. Tento chmýr zajišťuje **roznášení semen větrem**. Dosahuje výšky 20-60 cm a vytváří husté trsy. (Vaněk 1987)

Ambroň západní – *Liquidambar styraciflua*

U tohoto opadavého stromu na první pohled zaujmou **korkové lišty** na mladých větvích. Má dlanitě laločnaté listy, připomínající javoru (*viz Příloha 3, obrázek 7*). Patří ale do čeledi vilínovité. V domovině dosahuje výšky až 45 metrů. Kvete od března do května. Květenstvím jsou kulovité hlávky. Plodenství je rovněž kulovité a vytrvává na stromě přes zimu. Pochází z jihovýchodní části USA a Střední Ameriky. (Horáček 2007)

Dřín japonský – *Cornus kousa*

Keř nebo stromek dosahující výšky 2-10 metrů. Listy celokrajné, vejčité s dlouhou špičkou. Květenstvím jsou malé hlávky, které jsou podepřeny čtyřmi výraznými bílými listeny (*viz Příloha 3, obrázek 8*). Plodem jsou červené peckovice, které jsou jedlé. Tato dřevina pochází z Japonska, Koreje a Číny. (Horáček 2007)

Borovice lesní – *Pinus sylvestris*

V ČR se jedná o původní druh borovice. Její habitus je velmi různý dle půdních a klimatických podmínek. Někdy vytváří velmi vysoké a štíhlé stromy a jindy zakrslé a bonsajové formy na skalách, které mohou být velmi staré. Jehlice má ve svazečcích po dvou, vydrží na stromě cca 3 roky. Šišky jsou vejčitě kuželovité, 2,5-7 cm dlouhé. Plodit začínají až po 20 letech. Borka je při bázi tmavě hnědá, ale směrem ke koruně mění barvu na rezavou. (Hieke 2008)

Kdoulovec ozdobný – *Chaenomeles speciosa*

Tento keř patří do čeledi růžovité a dosahuje výšky 3 metrů. Listy má podlouhle eliptické, 3-9 cm dlouhé. Květy jsou lososově červené, 3-5 cm v průměru. Kvete od března do dubna. Plodem je nažloutlá malvice. Pochází z Číny, Japonska a Barmy. (Horáček 2007)

Vistárie květnatá – *Wisteria floribunda*

Liánovitá rostlina patřící do čeledi bobovité. Je často pěstována pro svá velká hroznovitá květenství (20-50 cm), kterými je celá rostlina obsypána (*viz Příloha 3, obrázek 9*).

Květy jsou fialové, 15-20 mm dlouhé. Kvete od května do června. Plodem je lusk 8-15 cm. Listy jsou lichozpeřené, dlouhé až 35 cm. Pochází z Japonska. (Horáček 2007)

Borovice Jeffreyova – *Pinus jeffreyi*

Areál výskytu zabírá západní část Severní Ameriky, kde roste až do nadmořské výšky 1500 m n. m. Stromy dosahují výšky 30-60 m, koruna kuželovitá, poměrně řídká. Jehlice ve svazečcích po třech, 18-22 cm dlouhé. Pryskyřice voní po pomerančích. Šišky vejčitě kuželovité, 14-20 cm dlouhé a 4-8 cm široké. Dřevo se používá ve stavebnictví, k truhlářským účelům a při rekultivacích. U nás poměrně citlivá na pozdní jarní mrazy. (Hieke 2008)

Nejtěžší šišky má **borovice Coulterova** (*Pinus coulteri*), dosahují hmotnosti více jak **2 kilogramy.**

Jinan dvoulaločný – *Ginkgo biloba* – třetihorní relikt

Jinany jsou z fosilních záznamů známy z celé severní polokoule, ale v současné době se přirozeně dochoval pouze jeden druh v jihovýchodní Číně. Do Evropy byl dovezen někdy kolem roku 1727. Jedná se o opadavé stromy, dosahující výšky až 40 metrů. Koruna je řídká, kuželovitého tvaru. Vějířovité listy vyrůstají po 3-5 ve svazečcích na výrazných brachyblastech (*viz Příloha 3, obrázek 10*). Semena jinanu jsou obalena dužnatým obalem, který při dozrávání nepříjemně páchne. Listy mají široké farmakologické uplatnění, například rozšiřují cévy, pomáhají při poruchách paměti aj. (Hieke 2008)

Škumpa orobincovitá – *Rhus thyphina* – neofyt

V ČR zplanělá, nepůvodní druh ze Severní Ameriky. Vytváří vysoké keře a šíří se kořenovými výmladky. Letorosty jsou hustě chlupaté, listy lichozpeřené, dlouhé cca 50 cm. Květenstvím je lata. (Horáček 2007)

Šeřík obecný – *Syringa vulgaris*

Šeřík patří do čeledi olivovníkovité. Vytváří vícekmeny vysoké 5 metrů. Listy vejčité s delší špičkou, celokrajné. Květenství je lata, květy mají různou barvu od fialové přes červenou po bílé. Doba květu květen. Ruská osvobozenecká vojska v roce 1945 byla prý obdarovávána květenstvími šeříků. V ČR se jedná o nepůvodní druh, pocházející z jihovýchodní Evropy a Malé Asie. (Horáček 2007)

Cedr himálajský – *Cedrus deodara*

Strom pochází z Himálaje, kde roste v nadmořských výškách 1200-2000 m n. m. Koruna kuželovitá, ve stáří rozložitá. Dosahuje výšky až 50 metrů. Jehlice modrozelené v hustých svazečcích. Šišky podlouhle vejčité, dlouhé 7-10 cm, v době zralosti se rozpadají a zůstává jen jejich vřeteno. Strom je ceněný pro své velmi kvalitní a trvanlivé dřevo. (Hieke 2008)

Známějším druhem je cedr libanonský, který je ve stáří charakteristický vodorovnou orientací větví a je také vyobrazen na vlajce Libanonu. (Hieke 2008)

Jedle korejská – *Abies koreana*

Jak napovídá druhový název, je domovem tohoto stromu jižní Korea, kde roste 1000-1800 m n. m. Vzrůstem se jedná o malý strom 4-7 metrů. Roste velice pomalu, ale poměrně brzy plodí. Šišky jsou v mládí často sytě fialové a dlouhé 4-7 cm. Jehlice ploché, kartáčovitě uspořádané, zaoblené. (Hieke 2008)

Nahovětvec dvoudomý – *Gymnocladus dioicus*

Některými autory zařazován do čeledi sapanovité a jinými do čeledi **bobovité**. Jeho domovem je východ Severní Ameriky. V Kanadě se mu přezdívá mrtvý strom, jelikož pozdě raší a brzy listy shazuje. Dosahuje výšky až 30 metrů. Listy jsou 2x lichozpeřené a dlouhé až 1 metr. Plodem je plochý, kožovitý lusk (*viz Příloha 3, obrázek 11*). Semena se prý dají pražit a použít jako náhražka kávy. V BTZ Teplice je to nejstarší strom na venkovní ploše. (Horáček 2007)

Magnólie – *Magnolia sp.*

Tyto keře nebo stromy mohou kvést před olistěním anebo současně. Květy jsou výrazné a jejich barva je specifická pro daný druh nebo varietu, mohou být růžové, žluté, bílé aj. Počty okvětních lístků jsou různé 6-45 (*viz Příloha 3, obrázek 12*). Plod je ve skutečnosti souplodí měchýřků. Jsou rozšířeny od Asie přes Severní Ameriku do Brazílie. (Horáček 2007)

Růže – *Rosa ´*Gruss an Teplitz´

Růže vyšlechtěná Rudolfem Geschwindem (*viz Příloha 3, obrázek 13*), který byl původně lesníkem, vyšlechtil více než 130 odrůd růží. Název ´Gruss an Teplitz´ znamená v překladu pozdrav do Teplic. Květy této růže výrazně voní. (www.rosaklub.cz)

Korkovník amurský – *Phellodendron amurense*

Druh pochází z východní Asie, roste hlavně v horách. Koruna široce rozkladitá. Strom dosahuje výšky 15 metrů. Listy dlouhé až 40 cm, lichozpeřené. Charakteristická borka s vystouplými hřebeny, drť borky používaná k výrobě špuntů, izolačních desek aj. (Horáček 2007)

Metasekvoje čínská – *Metasequoia glyptostroboides* – živoucí fosilie

Nejprve byly nalézány fosilie metasekvojí a až v roce 1941 byl nalezen tento žijící druh ve střední Číně. Jedná se tedy o tzv. **živoucí fosilii**. Na původních stanovištích stromy vysoké až 35 metrů, koruna zpočátku jehlancovitá, později zaoblená. Jehlice jsou opadavé vstřícné, 8-25 mm dlouhé. Šišky kulovité, 25 mm v průměru. Pěstuje se v parcích po celém světě. Do Evropy byla první semena zaslána v roce 1948. (Hieke 2008)

Sekvojovec obrovský – *Sequoiadendron giganteum*

Pochází ze Severní Ameriky, konkrétně Kalifornie. Je to jeden z nejmohutnějších organismů na Zemi, dosahuje výšky až 100 metrů a průměru kmene 10-12 metrů. V našich podmínkách dorůstá nejvýše 50 metrů. Také jeho dlouhověkost je úctyhodná, dožívá se až 4000 let. Koruna v mládí pyramidální, ve stáří zaoblená. Borka měkká a velmi silná, aby strom odolával lesním požárům. Listy šupinaté, 3-6 mm dlouhé. Šišky vejčité, 5-8 cm dlouhé. (Hieke 2008)

Jedle numidská – *Abies numidica*

Neboli též jedle alžírská je jehličnan pocházející z východního Alžírska (pohoří Atlas), kde je také endemitem. Na původních stanovištích roste v nadmořských výškách 1600–2000 m n. m. Výška stromu se pohybuje kolem 15-20 metrů, koruna pravidelně kuželovitá a hustě rozvětvená. Jehlice velmi hustě postavené, kartáčovitě vzpřímené, 15-20 mm dlouhé, temně

zelené. Šišky 15-20 cm dlouhé (*viz Příloha 3, obrázek 14*). Na půdní podmínky velice nenáročná. (Hieke 2008)

Levandule lékařská – *Lavandula angustifolia*

Stálezelený, hustě větvený keř patřící do čeledi hluchavkovité. Levandule je ceněna pro své léčivé účinky a aromatické vlastnosti. Tradičně se pěstuje v jižní Francii, ale vyskytuje se v celém Středozemí. V ČR ji lze také bez větších potíží pěstovat. Listy jsou šedě plstnaté, kopinaté a hustě porůstají větévky. Ve starém Římě byla přidávána do koupele (odtud také její název, lavare = umývat se). (Horáček 2007)

Boryt barvířský – *Isatis tinctoria*

Tato rostlina byla dříve využívána k získávání modrého barviva. Její význam začal upadat po objevení indigovníku. Paří do čeledi brukvovité. Má žluté květy, dorůstá výšky 50-120 cm, kvete od května do července, má dvouletý životní cyklus. Plodem je šešule. (Burnie 2006)

Plodiny, které „nám dala“ Amerika

Brambory (1. polovina 16. století), **kukuřice** (do Evropy v průběhu 16. a 17. století), **tabák** (do Čech v 16. století), **paprika** (v českých zemích v 16. století), **rajčata** (do Evropy v 16. století), **tykev** (do Evropy koncem 15. století), **fazole** (do Evropy v 16. století), **slunečnice** (do Evropy v 16. století), **kakao** (do Evropy v 16. století), **ananas**, **bavlník**, **vanilka**. (Sinskaja 1973)

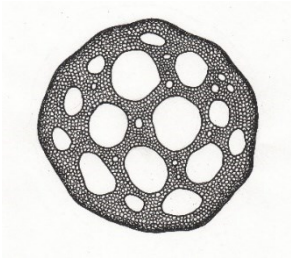
Juka vláknitá – *Yucca filamentosa*

Tato rostlina patřící do čeledi chřestovité, je pro svá bohatá bílá květenství často pěstována jako okrasná rostlina (*viz Příloha 3, obrázek 15*). Původní je na jihovýchodu USA. Z listů se získávají vlákna, která se používají k výrobě tkanin, a květní stvoly a poupata se konzumují jako zelenina. (Kunte 2011)

8 Testovaná verze pracovního listu (Autorské řešení)

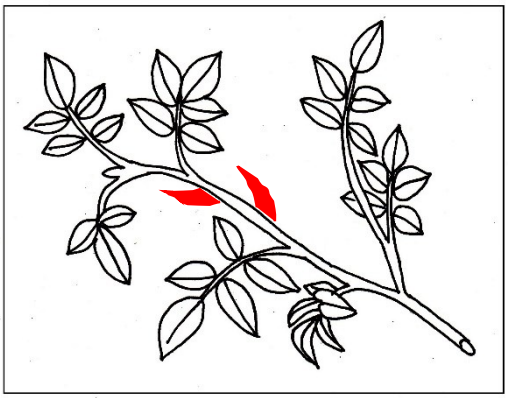
Pracovní list – venkovní expozice

1. **Jak se nazývá provzdušňovací (1) pletivo rostlin?**
   a. Sklerenchym
   b. Parenchym
   c. Aerenchym
   d. Kolenchym

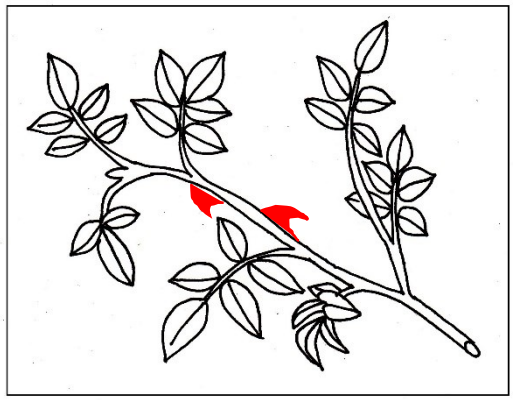


2. **Do obrázků domaluj prostorovou orientaci trnů. (3)**

žlutodřev šálivý



růže



A. Jakou **primární** funkci mají trny žlutodřevu (dle jejich orientace)?

Zaškrtni: obranou ☒ úchyty při šplhání. ☐

B. Jakou **primární** funkci mají trny růže (původně se jedná o liány)?

Zaškrtni: obranou ☐ úchyty při šplhání. ☒

3. **K čemu slouží SiO_2 (oxid křemičitý) v pletivech přesličky? (1)**
   a. Gutace
   b. Inkrustace
   c. Vernace

4. **Jaké látky využívají masožravé rostliny z těla oběti? (2)**

……..**dusík, fosfor, draslík**……

5. **Jak se nazývají specializované trichomy (chlupy) rosnatek? (1)**

……**tentakule**……

6. **Která rostlina je ve znaku Botanické zahrady Teplice? (2)**

……**špirlice nachová**……

S jakými organismy žije tato rostlina v symbióze?
……**bakterie**……

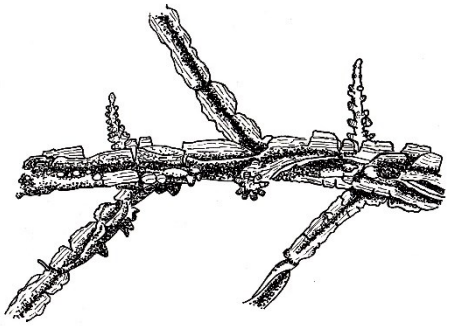
7. **Jaké živočichy lapá do svých měchýřků bublinatka? (1)**
……**larvy hmyzu a jiné drobné vodní živočichy**……

8. **Uveď příklad rostliny, pro kterou je typická heterofylie (různolistost)? (1)**
……**břečťan popínavý**……

9. **Kolik jehlic ve svazečku má borovice osinatá? (jedná se o typický znak, který se využívá při určování borovic) (1)** ……**5**……

10. **Napiš název rostliny na jejíž <u>větvích</u> jsi viděl/a korkové lišty? (1)**

…… **ambroň západní** …….



11. **Kde je hlavní vývojové centrum rodu pelargonie? (1)**
……**jižní Afrika**……

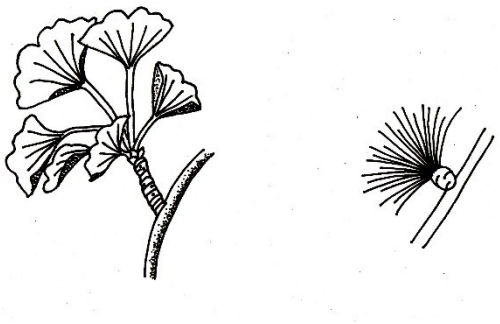
12. **Jak se nazývá proces vývinu rostlinných orgánů bez působení světla. (využívá se při pěstování chřestu) (1)**
    a. **<u>Etiolizace</u>**
    b. Mutace
    c. Transpirace

13. **Čeleď <u>bobovité</u>: ke každé růstové formě napiš příklad rostliny. (3)**
    a. liána ……**vistárie**……
    b. strom …… **nahovětvec dvoudomý** ……
    c. bylina …… **lupina mnoholistá** ……

14. **Která borovice má nejtěžší šišky? (1)**
    a. borovice Jeffreyova
    b. borovice himálajská
    c. **<u>borovice Coulterova</u>**

15. Co je to brachyblast? (2) ..... **Brachyblast je zkrácená větévka, ze které vyrůstají listy a plody.** .....

16. Napiš alespoň tři příklady dřevin s brachyblasty? (3)
.....**modřín, jinan, jabloň**.....



17. Přiřaď jedovatou látku k rostlině, která ji produkuje (nápovědu najdeš v jejich latinských názvech). (3)

rulík zlomocný	digitoxin
náprstník červený	akonitin
oměj šalamounek	atropin

Digitoxin ovlivňuje srdeční činnost a je využíván v lékařství.
Atropin se používá v očním lékařství k rozšíření zorniček.

18. Který stát má ve znaku a na vlajce cedr? (1)
a. Nepál
b. Libanon
c. Kypr

19. Která opadavá dřevina má podobné uspořádání jehlic jako cedr? (1)
.....**modřín opadavý**.....

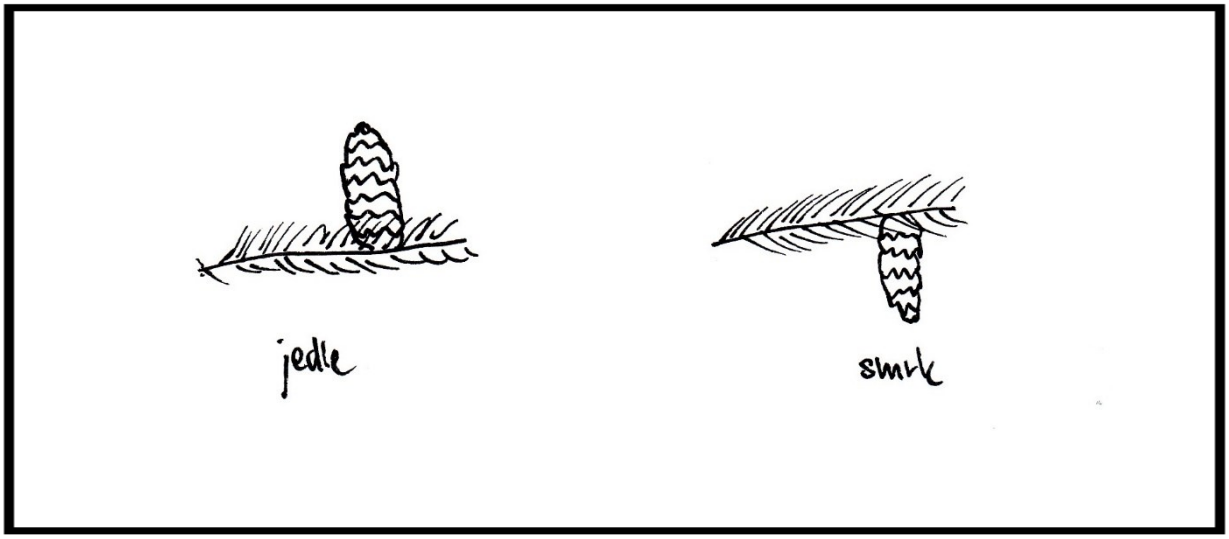
20. Jaký typ plodu má nahovětvec dvoudomý? (2)
.....**lusk**.....
Co znamená jeho druhový název dvoudomý? .....**Vlastnost rostlin, kdy jednotlivá rostlina vytváří buď pouze samčí, nebo pouze samičí květy**.....

21. Která vyšlechtěná rostlina má jméno po Teplicích? (1)
..... ***Rosa* ´Gruss an Teplitz´**.....

22. Jak se správně nazývá kůra stromu…**borka**……**a k jakým účelům se využívá u (3) korkovníku amurského (co se z ní vyrábí)?** …**špunty, izolace**…

Uveď dub, který roste ve Středozemí a využívá se ke stejným účelům?
……**dub korkový**……

23. Jaká je orientace šišek jedle a smrku? Nakresli a popiš. (4)



24. Napiš dvě rostliny produkující modré barvivo, které jsi mohl/a vidět při prohlídce zahrady? (2)

a. …… **modřil různokvětý (indigovník)** ……
b. …… **boryt barvířský** ……..

25. Vypiš alespoň 6 plodin, které nám dala Amerika? (6)

kukuřice, tabák, kakaové boby, paprika, bavlna, vanilka, ananas,

26. Zakroužkuj 5 aromatických rostlin pocházejících ze Středomoří. (5)

fenykl	pelargonie	vavřín	opuncie	špirlice	levandule
sluncovka	klejicha	yzop	třapatka	dračík	majoránka

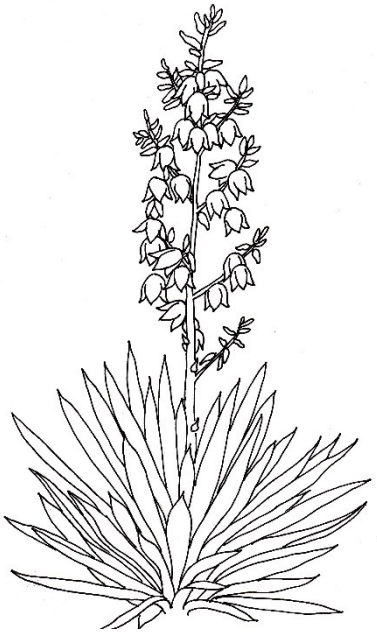
27. Který kaktus má jedlé plody? ..... **opuncie *(Opuntia)*** .....**(1)**

28. Z vláken které mexické rostliny se vyrábějí tkaniny? ……**juka *(Yucca)***……**(4)**

Zakroužkuj 3 rostliny, které lze využívat **pro stejné účely** v ČR?

třezalka tolice kopřiva bolševník

sléz len kakost konopí



body:……/58

jméno:……..

ročník:……

škola:……..

9 Metodika k pracovním listům: Skleníky 1 a 2

Název pracovních listů: Skleníky 1 a 2

Doporučený ročník: 1. – 4. ročník střední školy

Čas provázení: cca 60 minut

Období: prohlídky jsou možné celoročně

Kdo žáky provádí: Učitel nebo odborný pracovník zahrady. Oba mají k dispozici text provázení (který následuje). Pokud si učitel vybere provázení pracovníkem zahrady, tak se musí bezpodmínečně předem ohlásit, telefonicky nebo emailem. Botanická zahrada totiž nemá speciální pracovníky pro styk s veřejností, a proto většinou provází vedoucí jednotlivých expozic, kteří jsou jinak plně zaměstnáni péčí o jejich úseky.

Materiály: pracovní listy i texty provázení budou přístupné ke stažení na internetových stránkách Botanické zahrady Teplice.

Cíle:

-žák vyjmenuje způsoby, jak se rostliny brání suchu, herbivorům, jak se dostávají za světlem.

-žák vysvětlí pojmy jako: myrmekofylie, heterofylie, kauliflorie, aj.

-žák pozná významné druhy světové flóry.

Tematický celek: Všeobecná botanika cévnatých rostlin

Učivo: Orgány, Vodní režim, Metabolismus, Systém a evoluce, Ekologie

Mezipředmětové vztahy: geografie, fyzika, chemie, ekologie

Pomůcky: pracovní list, psací potřeby, tvrdá podložka na psaní

Vypracování listu: během exkurze a po skončení samostatně procházením expozic

Rozvíjené klíčové kompetence:

- kompetence k učení

- kompetence k řešení problémů

- kompetence komunikativní

Aktivity: vybavování informací, práce s textem, samostatné procházení zahrady

Způsob hodnocení práce studentů: pracovní listy hodnotí učitel a následně konfrontuje žáky s výsledky (buď přímo po skončení exkurze, nebo při nejbližší hodině biologie ve škole).

Očekávané výstupy:

-žák si prohloubí a upevní znalosti získané při výuce botaniky

-žák je seznámen s velkou diverzitou cévnatých rostlin světa

-žák se seznámí s významnou přírodovědnou institucí regionu, ve kterém žije

10 Text provázení Skleníky

Informace v textu, které musí při výkladu zaznít, aby mohli žáci vyplnit pracovní list, jsou označeny tučnou svislou čarou na okraji stránky. Text je členěn dle prohlídkové trasy (zahrada je rozdělena geograficky).

10.1 Xerický skleník

Konvergentní evoluce

U navzájem nepříbuzných nebo vzdáleně příbuzných druhů se mohou pod tlakem jejich životního prostředí vyvíjet velmi podobné adaptace. Příkladů je mnoho, ale my si tento způsob evoluce demonstrujeme na *Aloe* a *Agave*. Tyto rostliny ztratily kontakt před cca 100 miliony lety, když došlo k oddělení Afriky a Jižní Ameriky. Právě z důvodu, že obývají na svých kontinentech velmi podobné ekosystémy, jsou si podobné. (Campbell 2006)

Aloe – *Aloe* sp.

Domovinou těchto rostlin je celá Afrika, Madagaskar a část Arabského poloostrova. Listy silně zdužnatělé, vytvářejí růžice při zemi nebo na kmínku (*viz Příloha 3, obrázek 16*). Na listech je často kresba. Na různě dlouhém stvolu vyrůstají trubkovité květy červené, růžové, žluté aj. barvy. Nejčastěji se vyskytují na výslunných, suchých stanovištích polopouští, savan aj. (Haager 2012, Grunert 1979)

Agáve obecná - *Agave americana*

Rostlina pocházející ze Střední Ameriky s dlouze protáhlými dužnatými listy, které vytvářejí růžice. Květenství vyráží ze středu listové růžice a může dosahovat až 14 metrů. Z listů rostliny se získává dřevnaté vlákno, ze kterého se vyrábí lana, tkaniny, pytle. (Rohwer 2006)

Akácie rohatá - *Acacia cornigera*

Na této rostlině se dá demonstrovat takzvaná **myrmekofilie**, což je soužití hmyzu s rostlinou. V tomto případě obývají mravenci duté trny na větvích (*viz Příloha 3, obrázek 17*). Pokud je rostlina napadena některým herbivorem, mravenci na oplátku napadnou jeho.

Mravenci na rostlině sají šťávu bohatou na cukry z nektarií, při bázi listových řapíků. A aby toho nebylo málo, tak rostlina na koncích lístků vytváří živná tělíska (žlutobílá), která mravenci požírají. (Safford 1914)

Kolopejka – *Kalanchoe beharensis*

Původem z Madagaskaru. Vytváří keřovitý habitus a dosahuje výšky až 6 metrů. Větve pokrývají výrazné ostré jizvy po listech. Listy jsou trojúhelníkovité, zprohýbané, hustě pokryté trichomy, což propůjčuje rostlině šedavou barvu. (Jandová 2013)

Kykatka - *Tillandsia* sp. - život bez kořenů

Tento rod s 350 druhy většinou epifytních rostlin, patří do čeledi bromeliovité. Sukulentní listy nejčastěji vyrůstají v růžici, jsou pokryty zvláštními trichomy, které jsou savé. Hustota pokrytí trichomy je různá, jisté je, že mají velký význam při hospodaření s vodou. Velice častým metabolismem tilandsií je CAM (crassulacean acid metabolism), kterým se vyznačuje mnoho sukulentních rostlin. Těmto rostlinám jde hlavně o co nejmenší ztráty vody transpirací, jelikož se nachází vysoko v korunách stromů, kde je přes poledne minimální vlhkost vzduchu. Příkladem kykatky, která připomíná spíše měch, visící z větve, je *Tillandsia usneoides,* které se lidově říká „španělský mech“. (Burnie 2007)

Pryšec zářivý – *Euphorbia milli* (trnová koruna)

Pochází z Madagaskaru. Je často pěstovanou pokojovou rostlinou. Stonky jsou silně otrněné a dosahují výšky až 150 cm. Listová růžice je umístěna na vrcholu stonku. Začíná kvést při dnech kratších než 12,5 hodiny (*viz Příloha 3, obrázek 18*). Lidový název „trnová koruna“ odkazuje na obraz z bible, kde byl Kristus korunován věncem z trní před jeho ukřižováním. Jako u většiny pryšců po poranění stonku prýští jedovatá latexová tekutina. (Haager 2012)

***Pachypodium lamerei* – „Madagaskarská palma“**

Většina druhů rodu *Pachypodium* má domov na ostrově Madagaskar, ostatní v Africe. Rostlina má lahvovitý, otrněný stonek, ve kterém skladuje zásoby vody. Takovému typu stonku se říká **pachykaul**. Celkový habitus připomíná palmu (proto „Madagaskarská palma“). Květy jsou velké, vonné, ale v kultuře kvetou až na starších jedincích. (Jandová 2013)

Didiereovité – *Didiereaceae*

Tato čeleď zahrnuje endemické druhy Madagaskaru. Mají většinou keřovitý vzrůst a dosahují výšky až 20 metrů. Bývají hustě otrněné a mezi trny vyrůstají zdužnatělé listy. Květy jsou drobné, oboupohlavné. Některé druhy madagaskarských poloopic lemurů, dokáží po těchto otrněných keřích obratně šplhat a pojídají jejich zdužnatělé listy. (Kunte 2011)

Nolina - *Beucarnea recurvata* – „Sloní noha“

Strom vysoký až 9 metrů, při bázi kmene vytváří výrazný **kaudex** k zadržování vody. Listy jsou dlouhé 90-180 cm a široké 1,5-2 cm. Pochází z jihovýchodního Mexika. (Gratias 2006)

Yucca gigantea

Dosahuje výšky až 6 metrů. Při bázi kmene vytváří podobně jako předchozí druh mohutný **kaudex**, který slouží jako **zásobárna vody**. Listy jsou ve vrcholové růžici a jsou dlouhé 1,2 metru. Květy bílé v květenstvích dlouhých až 1 metr. (Kavina 1924)

Ježunka - *Echinocactus*

Tento rod obsahuje 9 druhů většinou velkých, kulovitých kaktusů s výraznými žebry. Některé druhy mohou dosahovat až 2 metrů v průměru, proto se také řadí mezi největší kaktusy vůbec (*viz Příloha 3, obrázek 19*). Na temeni rostliny vyrůstají květy, ale jejich výskyt je spíše výjimečný. Redukcí povrchu, vytvořením kulovitého tvaru, rostlina bojuje s odparem vody a uvnitř mohutného těla ji skladuje. Metabolismus typu **CAM** (Procházka 1998). Fotosyntetickou funkci přebral stonek, jelikož listy jsou přeměněny v trny. (Gunert 1979)

***Pereskia grandifolia* - Rose Cactus**

Rod *Pereskia* zahrnuje 16 druhů kaktusů, které na první pohled jako kaktusy nevypadají, mají totiž většinou keřovitý habitus a kromě trnů mají také listy. Místem původního výskytu je Střední a Jižní Amerika od jižního Mexika po Brazílii. Pravděpodobně se jedná o evolučně nejstarší kaktusy. *Pereskia grandifolia* dorůstá výšky 4,5 metru, listy jsou úzké, dlouhé 20 cm, trny 12-35 mm dlouhé. Květy růžové až nachově červené, připomínající květy růže šípkové (odtud anglický název Rose Cactus). (Burnie 2007)

Vlnovec nádherný - *Chorisia speciosa* (syn.: *Ceiba speciosa*) - The silk floss tree

Až 15 metrů vysoký jihoamerický strom s lahvovitým a otrněným kmenem, jehož borka má zelené zbarvení a podílí se na fotosyntéze (*viz Příloha 3, obrázek 20*). Listy v období sucha opadávají. Plodem jsou hruškovité tobolky až 20 cm dlouhé, obsahující bílou vlnu, která napomáhá semenům k jejich šíření větrem (anemochorie). (Rohwer 2006)

Tenura - *Sansevieria* („tchýnin jazyk“)

Rostliny typické svými tuhými, mečovitými listy, které jsou často příčně pruhované. Květy v hroznovitých květenstvích, bílé nebo zelenavé. Jejich velice příjemná vůně se projevuje až po setmění, což napovídá tomu, že mají noční opylovače. Plodem je tobolka. Rod *Sansevieria* se vyskytuje v jižní Africe, na Arabském poloostrově, Indii atd. Obývají polopouště a jiné suché biotopy, kde je nacházíme ve stínu keřů. (Haager 2012)

Strelitzia nicolai

Tato rostlina pochází z pobřežních lesů jižní Afriky. Dosahuje výšky až 12 metrů trochu se podobá banánovníku. Její květy jsou bílo-modré a podepřené výrazným palistem, který připomíná zobák nějakého ptáka. Vlákna z listů se využívají k výrobě lan nebo klobouků. (Rohwer 2006)

10.2 Tropický skleník

Ananas chocholatý - *Ananas comosus*

Původem z jižní Brazílie (jižní část Amazonie). V dnešní době se pěstuje i v Africe, Indii, Číně atd. Patří do čeledi bromeliovité a je jediným zástupcem, který se využívá v potravinářském průmyslu. Souplodí bobulí, které následně srůstá v synkarpní souplodí. (Ondrášek 2011)

Kokainovník pravý – *Erythroxylum coca*

Nízká dřevina dosahující nejčastěji 2-3 metrů výšky, větve jsou pokryty rudou borkou. Květy pětičetné, bílé (*viz Příloha 3, obrázek 21*). Plod červená peckovice. Původním domovem jsou Andy v Peru a Bolívii, dnes se pěstuje i jinde. Listy obsahují různé omamné alkaloidy. Obyvatelé And žvýkají tyto listy ke zmírnění výškové nemoci. Také se z rostliny získává nechvalně známá návyková droga kokain, která má na svém kontě mnoho lidských životů. (Alberts 2004, Kavina 1924)

Hruškovec přelahodný - *Persea americana*

Dřevina původem ze Střední Ameriky dorůstající výšky 8-20 metrů. Listy 10-30 cm, podlouhle eliptické, celokrajné. Plodem je peckovice přibližně hruškovitého tvaru, 7-20 cm dlouhá. Povrch plodu bývá bradavičnatý a nejčastěji zelený. Trvale namočená pecka ochotně klíčí a vyrůstá z ní semenáč. Hruškovec je pěstován na plantážích a jeho plody se využívají k získávání oleje pro potravinářský a kosmetický průmysl. Okolo plantáží se musejí vysazovat větrolamy. (Ondrášek 2011)

Vanilka pravá – *Vanilla planifolia*

Rostlina patřící do čeledi **vstavačovité (*Orchidaceae*)** je jedinou průmyslově využívanou orchidejí na světě. Jako liána šplhá do výšky 6 metrů. Květy žlutozelené, vonné. Plodem jsou tobolky, které se využívají jako koření. Před použitím se upravují **fermentací**. Původní je ve Střední Americe, kde je opylována včelami, ale ve zbytku světa se opyluje ručně, pomocí štětečků, což se odráží na její vysoké ceně. Nejvíce se pěstuje na Madagaskaru, Reunionu atd. (Pavliš 2002)

Kávovník arabský - *Coffea arabica*

Původ kávovníku arabského je udáván z Etiopské vysočiny. Typem plodu je peckovice, která obvykle obsahuje 2 semena, jež se před použitím praží a melou. Habitus kávovníku je keřovitý nebo stromový a dosahuje výšky až 6 metrů. Listy jsou temně zelené, dlouhé 12-15 cm. (Haager 2012)

Bambus

Do této skupiny patří celá řada rodů rostlin, řazených do čeledi **lipnicovité**. Společným znakem všech je dřevnatějící stéblo. Konkrétně rod *Bambusa* je typický svými velmi vysokými stébly, která dosahují až 20 metrů. Často jsou tyto stonky v Asii využívány ve stavebnictví jako lešení. Bambusy vytvářejí celé lesy, které často vykvetou naráz, a celý porost pak uhyne. V asijském kulinářství se používají mladé bambusové výhonky, které se musí před konzumací důkladně vařit, jelikož obsahují **smrtelně jedovaté kyanidy**. (Kavina 1925)

Kakaovník pravý - *Theobroma cacao*

Původem ze Střední a Jižní Ameriky, kde byl pěstován původními obyvateli dávno před příchodem Evropanů. Plodem je až 30 cm dlouhá bobule, ve které jsou až 3 cm velká semena.

Semena se nazývají kakaové boby a mají celou řadu využití od potravinářství, farmacii a kosmetiku. (Rohwer 2006)

Chlebovník různolistý – *Artocarpus heterophyllus* - jackfruit

Strom dosahující výšky 8-25 metrů. **Listy celokrajné, oválné až elipsovité**. Vytváří jedny z největších plodů (plodenství) na světě. Jsou vejčitého tvaru a hojně se v tropech využívají ke kulinářským potřebám. Druh pochází z deštných lesů Malajsie a Indie, ale dnes je rozšířen v celé jihovýchodní části Asie. Není pěstován na velkých plantážích. (Ondrášek 2011)

Ravenala madagaskarská – *Ravenala madagascariensis* – „palma poutníků“

Tato nezaměnitelná rostlina, jejíž koruna je tvořena vějířem velkých listů, je doma na ostrově Madagaskar. Patří do čeledi streliciovité. Dosahuje výšky až 30 metrů. Listy jsou dosti podobné listům banánovníku. Lidový název „palma poutníků“ dala rostlině schopnost, zadržovat vodu v úžlabí listových pochev. Poutník trpící žízní tedy mohl tuto vodu pít. (Rohwer 2006)

Vlnovec pětimužný - *Ceiba pentandra* - obr z jihoamerického pralesa

Jeden z největších stromů tropických deštných lesů Jižní Ameriky, který často přerůstá okolní stromy lesa a jeho deštníkovitá koruna vyčnívá nad ostatní. Dosahuje výšky až 70 metrů (*viz Příloha 3, obrázek 22*). Kmen má z důvodu stability výrazné deskovité náběhy, které indiáni využívají k dorozumívání (údery nohou). Bílá vlákna z jeho podlouhlých tobolek se využívají k vycpávání oblečení. (Rohwer 2006)

Petrea volubilis

Statná liána tropické Ameriky, jejíž vytrvalé pětičetné kalichy jsou často nalézány na chodníku ve skleníku (*viz Příloha 3, obrázek 23*). Po vyhození do vzduchu se roztočí. (Haager 2012)

Cekropie dlanitá - *Cecropia palmata* - chůdovité kořeny, symbióza s mravenci

Původem ze Střední a Jižní Ameriky, kde obývá tropické deštné lesy. Výška tohoto stromu přesahuje 10 metrů (*viz Příloha 3, obrázek 24*), kmen je dutý a často tuto dutinu obývají mravenci, kteří svůj příbytek chrání před vetřelci. Tím vzniká mezi rostlinou a mravencem symbióza, která se nazývá myrmekofilie. (Kavina 1924, The Useful Tropical Plants Database)

Mahagonovník americký - *Swietenia macrophylla* – mahagon

Strom pocházející ze Střední a Jižní Ameriky. Je znám pro své velmi kvalitní mahagonové dřevo, které je evropskými truhláři ceněno od konce 16. století. V tropických deštných lesích dosahuje až 45 metrů. Listy jsou lichozpeřené, dlouhé 40 cm. Většinou se nepěstují v hospodářských lesích, a proto jsou vyhledáváni uvnitř pralesa, kde jsou selektivně těženi (dochází přitom k devastaci okolních porostů). (Burnie 2007)

Banánovník - *Musa* sp.

Jedlé druhy rodu banánovník mají svůj původ v indomalajském regionu. Již ve 3. století před naším letopočtem byly introdukovány do Středozemí, Afriky, Střední a Jižní Ameriky. Jedná se o víceletou bylinu, jejíž stonky dosahují výšky až 15 metrů. Silně odnožuje. Stonek je tvořen pochvami listů, které vyrůstají ve šroubovici. Květenství dosahuje délky 0,5-2 metry. (Ondrášek 2011)

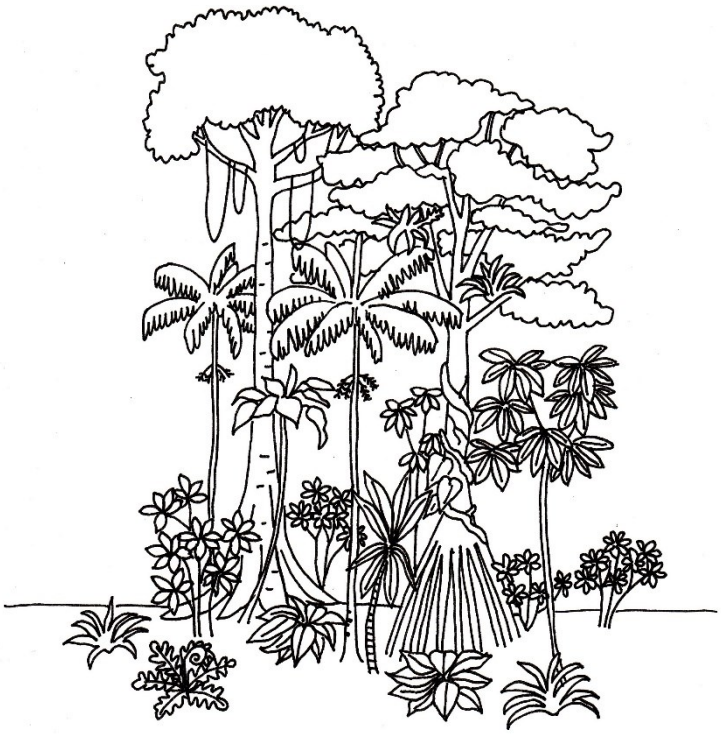
Ochrana rostlin před herbivory

Během naší exkurze jsme si mohli všimnout několika způsobů, jak se rostliny chrání před býložravci. V xerickém skleníku to jsou různé typy trnů kaktusů, akácií, trnů vzniklých po listové jizvě. Dalším způsobem je chemický boj, řada rostlin obsahuje jedy, to bylo demonstrováno na příkladu bambusových výhonků, které obsahují kyanidy. Některé rostliny mají i své ochránce v podobě mravenců, kteří nanich nebo v nich žijí. Dále si můžete v Tropickém skleníku všimnout, že mladé výhony s listy, jsou často **nahnědlé barvy a vypadají zvadle** (*viz Příloha 3, obrázek 25*). To není chybou zahradníka, ale další způsob ochrany před herbivory, ti si vybírají čerstvé a nezvadlé listy, a proto se těm naoko zvadlým vyhýbají. (Slavíková 1982)

Fíkovník - *Ficus* sp. - kmenokvětost, dužnaté plodenství fík.

U jedince v tropickém skleníku není znám druh. Souhrnně lze o rozšíření příslušníků rodu fíkovník říci, že obývají tropy a subtropy celého světa. Jejich největší diverzita je v jihovýchodní Asii. Na tomto jedinci lze hezky demonstrovat **kauliflorii neboli kmenokvětost** (*viz Příloha 3, obrázek 26*). Vzniklé fíky dozrávají v průběhu celého roku a jsou v tropických deštných lesích významným zdrojem potravy pro živočichy žijící v korunovém patře. (Sinskaja 1973)

Patra lesa



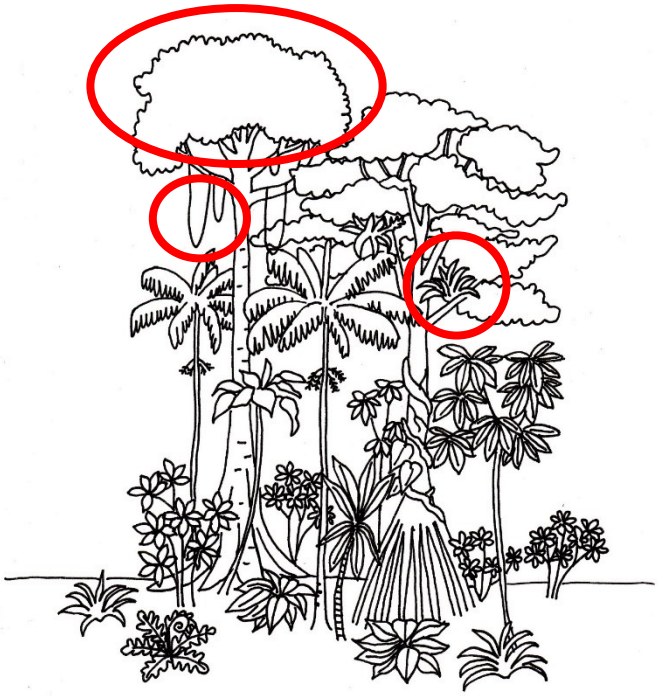
stromové

keřové

bylinné

Jak za světlem?

Liány, stromy, epifyty, světliny po pádu stromového velikána.



Parožnatka - *Platycerium*

Pro tyto výtrusné rostliny je typická **heterofylie (různolistost**), kdy fertilní listy jsou vzpřímené a mají parožnatý vzhled a sterilní mají oblý tvar a společně vytváří jakýsi květináč, do kterého padá různá rostlinná hmota a vytváří se humus, který rostlina využívá ke svému růstu (*viz Příloha 3, obrázek 27*). Roste nejčastěji na jiných rostlinách (stromech) jako epifyt nebo na skalách. Obývá tropické deštné lesy. Jsou rozšířeny ve většině tropických oblastí, jako například Indonésie, Nová Guinea, Afrika, Madagaskar aj. (Studnička 2009)

Chlebovník obecný - *Artocarpus altilis* – bredfrut

Původně pravděpodobně pochází z Malajsie, dnes je díky lidem rozšířen ve všech tropických oblastech. Dosahuje výšky cca 20 metrů. **Listy až 90 cm dlouhé a 50 cm široké, hluboce laločnaté** (*viz Příloha 3, obrázek 28*)**.** Plodenství kulovité, 30 cm v průměru. V Pacifiku je základní potravinou. Tato rostlina se stala známou díky knize a filmu Vzpoura na lodi Bounty. Snaha zajistit levný zdroj potravy pro otroky v Karibiku vyústila v expediční plavbu lodi Bounty, která měla dovézt rostliny chlebovníku. Tato plavba skončila vzpourou, ale druhý pokus se již povedl. (Rohwer 2006)

***Rafflesia arnoldii* – největší květ na světě**

Rostlina s největšími květy na světě je v tropickém skleníku prezentována modelem. Bohužel se pěstování v botanických zahradách nedaří. Její květ může mít 1 metr v průměru. Zapáchá po zkaženém mase, opylují ho mouchy. Je to parazitická rostlina, napojená na kořenový systém hostitelského stromu. (Burnie 2007)

Dieffenbachie - *Dieffenbachia*

Rostliny často pěstované jako pokojové. Patří do čeledi áronovité. Celá rostlina obsahuje šťavelan vápenatý, proto je jedovatá a je třeba zvážit, zda si tyto rostliny pořizovat do bytu s malými dětmi. (Haager 2012)

Zmijovec titánský - *Amorphophallus titanum* – největší květenství na světě

Rostlina patřící do čeledi árónovité, která má nevětší květenství na světě. Je tvořeno sloupovitou palicí uvnitř velkého toulce. Pokud nekvete, vyrůstá z hlízy jeden velký list, díky kterému (fotosyntéza) střádá škrob na příští kvetení. Květy v květenství zapáchají jako zkažená maso, opylovači jsou mouchy. Tato rostlina pravidelně kvete v Královské botanické zahradě Kew v Londýně. V ČR několikrát kvetla např. v Botanické zahradě Liberec. (Burnie 2007)

Kolokázie jedlá - *Colocasia esculenta* - taro

Rostlina pochází z Asie, kde je dodnes významnou součástí jídelníčku. Hlízy, které mohou mít až 5 kg, se vaří, pečou, smaží, melou na mouku. Obsahuje také mnoho kyseliny šťavelové, a proto je potřeba teplená úprava, aby nedošlo k otravě. Listy této árónovité rostliny jsou i s řapíkem dlouhé téměř 2 metry (*viz Příloha 3, obrázek 29*). Palicovité květenství je podepřeno bílým až žlutým toulcem. (Rohwer 2006)

10.3 Chladný skleník

Patisovec evropský - Glyptostrobus europaeus

Je vyhynulá nahosemenná dřevina, která rostla ve třetihorách zejména v močálech a bažinách. Tato rostlina byla hlavním uhlotvorným jehličnanem v severočeské hnědouhelné pánvi. Větvičky této dřeviny byly 2 mm široké, spirálovitě pokryté šupinovitými jehličkami, šištice vejčité, 2-3 cm dlouhé. Recentní příbuzné rostliny v expozici jsou například *Taxodium mucronatum* nebo *Glyptostrobus pensilis*. (Kvaček 2004, BOTANY. CZ)

Vznik uhlí na Mostecku

Mostecká pánev, vzniklá postupnými poklesy, byla postupně zaplavována vodou a vznikalo tak velké jezero, které postupně zarůstalo a vznikaly tak uhlotvorné močály, jejichž flora dala základ vrstvám hnědého uhlí. Jednalo se zejména o jehličnaté dřeviny ale i listnáče například tisovce, vrby, jilmy aj. Za miliony let tak vznikly sloje hnědého uhlí o mocnosti 10-30 metrů, někdy až 50 metrů. (Chlupáč 2011)

Cykas japonský - *Cycas revoluta*

Tato rostlina je endemitem jižních ostrovů Japonska. Je to jeden z nejznámějších druhů cykasů, je oblíbenou okrasnou rostlinou. Růst je velmi pomalý, dosahuje výšky kolem 3 metrů. Růžicovitou korunu tvoří zpeřené, velmi tuhé listy, které mají **circinátní vernaci**. Dosahuje věku až kolem 1000 let (určování věku je dosti složité, nemají letokruhy). Cykasy patří mezi evolučně nejstarší rostliny světa, ve fosilním záznamu se objevily před cca 250 miliony lety. (Burnie 2007)

Masožravky - stanoviště chudá na dusík a fosfor

Heliamfory – *Heliamphora*

Jsou endemitní masožravé rostliny ze stolových hor Venezuely v Jižní Americe. Láčky (listy svinuté do kornoutu) vyrůstají v růžicích buď při zemi, nebo na kmíncích (*viz Příloha 3, obrázek 30*). Na vrcholu láčky je lákadlo pro hmyz, na kterém jsou nektária. (Studnička 2006)

Láčkovky – *Nepenthes*

Láčkovky pocházejí zejména z Paleotropické oblasti. Listy láčkovek jsou pozměněny v asimilační a lapací část. Asimilační část (podobná listové čepeli) je pravděpodobně rozšířený řapík a lapací láčka je tvořena čepelí. Mohou to být epifyty, liány i terestrické byliny. (Studnička 2006)

***Cyathea* sp. – stromové kapradiny**

Původní v australské oblasti, dnes po celém světě v tropických oblastech. Kmen, který vlastně není pravým kmenem, je štíhlý, vzpřímený, dosahující výšky až 20 metrů, pokrytý jizvami po listech. Listy 1,5-3,5 metru dlouhé, koruna deštníkovitá. (Rohwer 2006)

Blahočet chilský - *Araucaria araucana*

Hlavním místem výskytu je Chile v Jižní Americe. Proto je také v Botanické zahradě Teplice vysazen v chladném skleníku mezi rostlinami, které nasbíral ředitel zahrady Mgr. Jiří Haager právě v tomto státě, jehož většinovou rozlohu zabírají Andy. Jedná se o rostlinu s prastarým původem, na které si pochutnávali dinosauři. Na původních stanovištích stromy dosahují výšky 30-60 metrů. Větve jsou hustě porostlé tuhými a špičatými listy, trochu připomínají opičí ocasy, proto se v angličtině strom jmenuje monkey tail tree. (Větvička 2017)

Píchoš huňatý - *Encephalartos villosus*

Tento druh cykasu pochází ze Svazijska v jižní Africe. Dle červeného listu se jedná o málo dotčený druh, o čemž svědčí jeho běžné rozšíření v jeho domovině. Často je také pěstován v botanických zahradách. V Botanické zahradě Teplice se nachází jedinec, jehož stáří přesahuje 100 let. Kmeny těchto rostlin dosahují výšky maximálně 40-50 cm. Jejich listy délky 1,5-3 metry (*viz Příloha 3, obrázek 31*). (The Cycad Pages)

Afrocarpus gracilis

Jedním z nejvzácnějších exponátů zahrady je více než sto let starý jehličnan *Afrocarpus gracilior*. Tato rostlina patří do oddělení jehličnanů, řádu borovicotvarých, který pochází z tropických horských lesů východní Afriky, kde roste ve vysokých nadmořských výškách 1800 – 2400 m n. m. Osidluje rozsáhlá území mezi Etiopií, Keňou, Tanzánií a Ugandou. Tento strom v domovině dorůstá výšky 20 – 40 m. Jeho semena jsou ukrytá v dužnatém žlutém obalu, který pojídají opice i ptáci, a tím rozšiřují semena do okolí. *(Hieke 2008, www.conifers.org)*

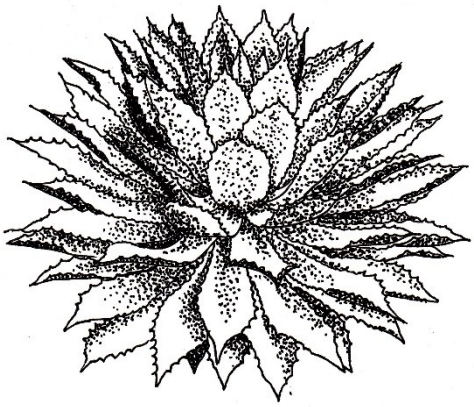
Wollemie vznešená – *Wollemia nobilis* – „živoucí fosilie“

V roce 1994 objevený jehličnan v kaňonu v jihovýchodní Austrálii šokoval botanický svět. Stejné stromy, které byly známi z fosilního záznamu, ale nepředpokládalo se, že budou nalezeny živé. Bylo jasné, že se jedná o nový druh pro vědu a dostal jméno *Wollemia nobilis.* Rodový název je podle regionu kde byl objeven a druhové podle objevitele Davida Noble. Přírodní populace čítá asi 100 dospělých stromů, ty nejvyšší mají 40 metrů a stáří se odhaduje na cca 1000 let (*viz Příloha 3, obrázek 32*). V minulých letech bylo snahou botanických zahrad zabezpečit budoucnost tohoto druhu, a proto bylo rozesláno mnoho mladých stromků, získaných z řízků původních rostlin do zahrad po celém světě. (Price 2014)

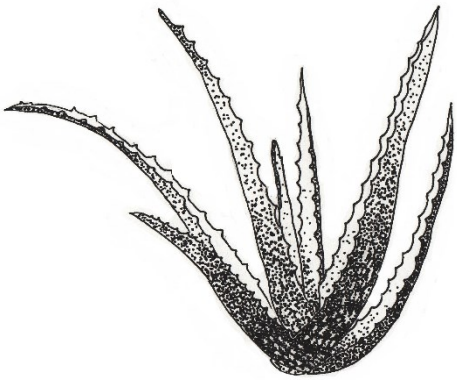
11 Testovaná verze pracovního listu (Autorské řešení)

Pracovní list – skleníky 1

1. **Aloe a agáve jsou příkladem konvergentní evoluce -** podobná forma vzniklá nezávisle pod tlakem podobných podmínek prostředí. **(2)**



agáve



aloe

Ze kterého světadílu pochází agáve?……*Amerika*……..

Ze kterého světadílu pochází aloe? ……*Afrika*……

2. **Co jsou trny kaktusů původně? (1)**

……*listy*……

3. **Který orgán kaktusu převzal fotosyntetickou funkci? (1)**

……*stonek*……

4. **Jaký typ metabolismu mají kaktusy? (1)**
   a. C3
   b. C4
   c. CAM

5. **Podle kterých zástupců rostlin lze snadno identifikovat <u>americkou</u> flóru? (1)**
   a. pryšce, aloe
   b. kaktusy, bromélie
   c. vřes obecný, dub pýřitý

6. **Která rostlina je přechodem mezi listnatou rostlinou a kaktusem? (1)**

……*Pereskia*……

7. **Ve kterém orgánu zadržuje *Beucarnea recurvata* nebo *Yucca gigantea* vodu? (1)**

   a. kaudex
   b. pachykaul
   c. list

8. **Co je to myrmekofilie? (3)**

…… ***Termín myrmekofilie má širší význam, ale pro naše potřeby se vztahuje na pozitivní vztahy mezi mravenci a rostlinami***……

9. **Jak se nazývá organismus, rostoucí na žijících rostlinách, ale vyživující se samostatně? (1)**

   a. parazit
   b. epifyt
   c. fanerofyt

10. **Na obrázku vyznač a popiš jednotlivá patra tropického deštného lesa. (3)**

stromové

keřové

bylinné

11. Banánovník patří mezi jednoděložné rostliny. Které pletivo zajišťující druhotné tloustnutí mu chybí? (1)

a. kambium
b. periblem
c. dermatogen

12. Do které čeledi patří vanilka? (2)

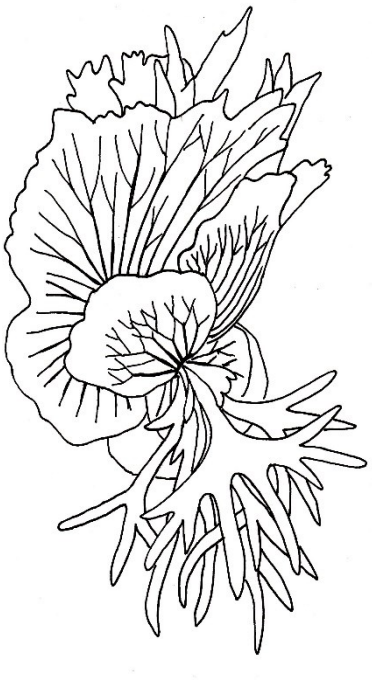
……*vstavačovité*……

Jakým procesem jsou upravovány její lusky, používané jako koření?

……*fermentace*……

13. Jaký typ stonku má bambus? (1)

a. stvol
b. lodyha
c. stéblo



14. Uveď příklad epifytní kapradiny, pro kterou je typická heterofylie: (1)

……*parožnatka*……

15. Jak se jmenuje ovoce hruškovce přelahodného? (1)

a. papája
b. mango
c. avokádo

16. Uveď dvě rostliny, pro které je typická kauliflorie (kmenokvětost): (2)

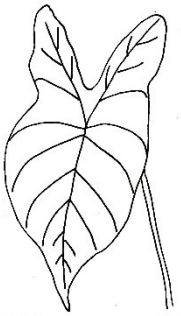
……*kakaovník, fíkovník*……

17. Přeměnou, které části listu vznikla láčka láčkovek? (1)

a. čepel
b. řapík

18. Proč má řada rostlin tropických deštných lesů prodlouženou špičku listové čepele? (2)

……*odvod vody z povrchu listu (zajištění transpirace)*



19. Která rostlina má největší květ na světě? (1)

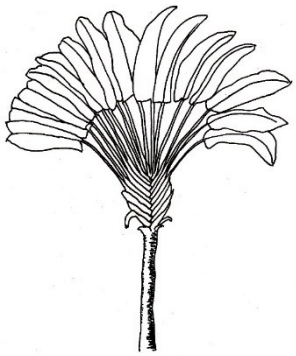
a. raflézie Arnoldova
b. zmijovec titánský
c. viktorie královská

20. Uveď alespoň jeden příklad rostliny, která se v třetihorách podílela na vzniku hnědého uhlí na Teplicku? (2)

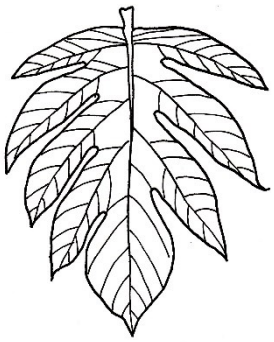
……*tisovce, vrby, jilmy*……

21. Jaký lidový název má *Ravenala madagascariensis* a proč? (2)

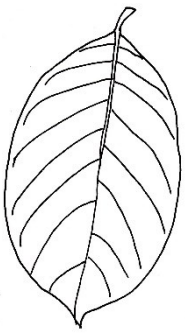
……*strom poutníků, voda v paždí listů*……



22. Bredfruit je plod chlebovníku obecného a jackfruit plod chlebovníku různolistého. Oba druhy se liší tvarem listu. Pod obrázky napiš název druhu. (2)



…… *chlebovník obecný* ……



…… *chlebovník různolistý* ……

body:……/33

jméno:…….

ročník:……

škola:……..

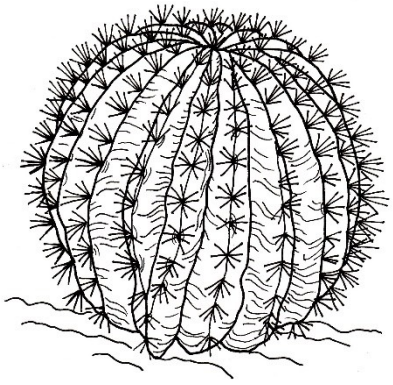
12 Testovaná verze pracovního listu (Autorské řešení)

Pracovní list – skleníky 2

1. **Napiš tři příklady, jak se rostliny chrání proti vysokým teplotám a ztrátě vody. (3)**

   ……*trichomy, malý povrch, uzavírání průduchů, kutikula*,……

2. **Podle kterých zástupců rostlin lze snadno identifikovat <u>africkou</u> flóru? (1)**
   a. kaktusy, bromélie
   b. vřes obecný, dub pýřitý
   c. pryšce, aloe



3. **Co jsou trny kaktusů původně? (1)**

   ……*listy*……

4. **Napiš alespoň dva způsoby, jak se rostliny brání proti býložravcům (herbivorům)? (2)**

   …*trny, jedy, produkce latexu, mladé listy vypadající jako zvadlé*,……

5. **Který orgán kaktusu převzal fotosyntetickou funkci? (1)**

   ……*stonek*……

6. **Ve kterém orgánu zadržuje vlnovec nádherný (*Chorisia speciosa*) vodu? (1)**
   a. listy
   b. kmen
   c. větve

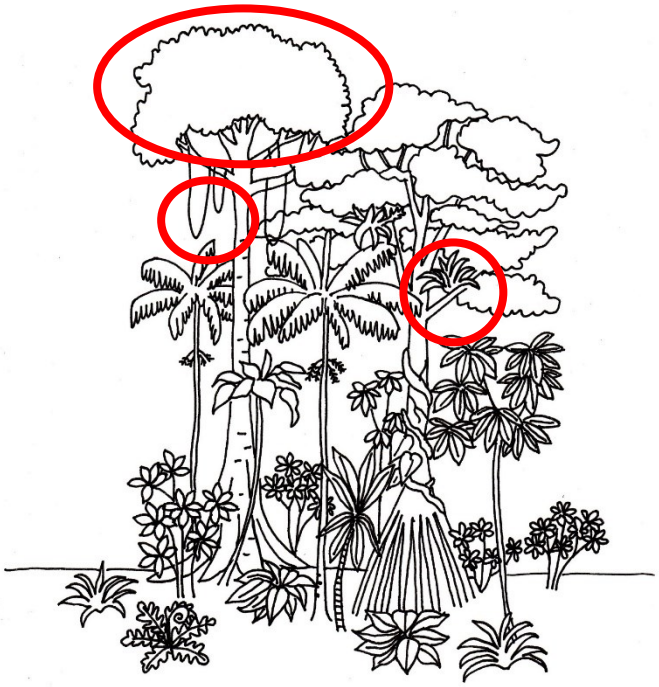
7. **Zakroužkuj, ve kterých skupinách rostlin je významný počet epifytních druhů. (4)**

vstavačovité	pryskyřníkovité	bromeliovité
hvězdnicovité	kaktusovité	kapradiny

8. Které rostliny označujeme jako myrmekofilní? (1)

a. Rostliny, které jsou šířeny mravenci.
b. Rostliny, na kterých parazitují mravenci.
*c. **Rostliny, které žijí v symbióze s mravenci.***

9. Zakroužkuj nebo dopiš do obrázku 3 způsoby, jak se rostliny v pralese dostávají ke světlu? (3)



10. Vyber 3 příklady jednoděložných rostlin tropického skleníku. (3)

vlnovec banánovník hruškovec
bambus fíkovník vanilka chlebovník

11. Která rostlina byla v Asii využívána k mučení zajatců a proč? (2)

……*bambus*……
……*rychlý růst, prorůstání zajatcem*……

12. Do které čeledi patří bambusy? (1)

……*lipnicovité*……

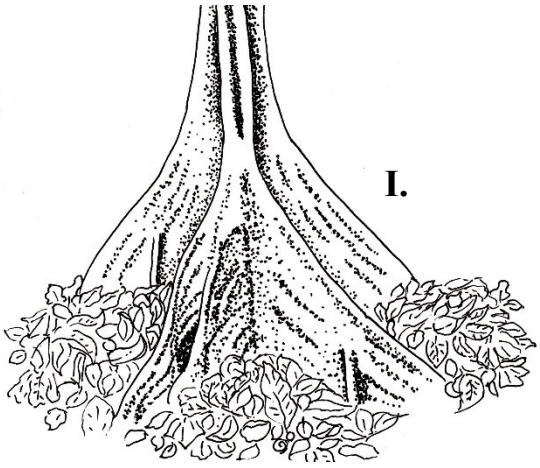
13. Které jedovaté látky, jejichž aniont má značku CN^-, obsahují bambusové výhonky? (1)

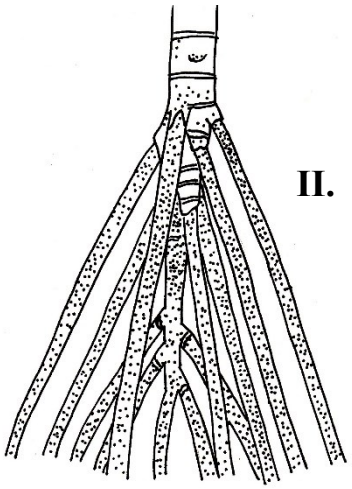
……*kyanidy*……

14. Ze kterého stromu se získává mahagon? (1)

a. *Swietenia macrophylla*
b. *Cecropia palmata*
c. *Pachira aquatica*

15. Napiš příklad stromu s deskovitými náběhy (I.) a chůdovitými kořeny (II.).? (3)





……*vlnovec pětimužný*…… **……*Cecropia, Pachira*……**

K čemu tyto modifikace stromy v tropech využívají?

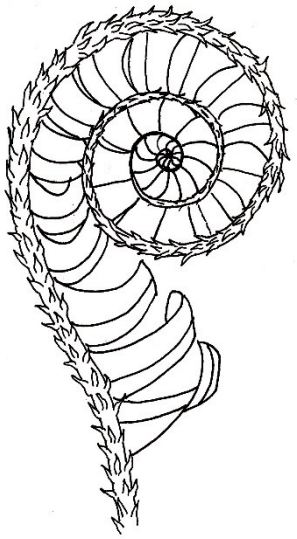
……*zvyšují stabilitu*……...

16. Jak vznikla láčka masožravých rostlin heliamfor? (1)

……*srůstem listu*……

17. Vlnovec pětimužný (*Ceiba pentandra*) je jeden z největších stromů jihoamerického pralesa, jeho široká deštníkovitá koruna vyčnívá nad okolní stromy. Jak se nazývá vlákno, podobné bavlníku, které poskytují jeho plody? (1)

a. kopál
b. kapok
c. kopáč



18. Jaká je vernace (složení listů) cykasů a většiny kapradin? (1)

a. circinátní
b. nadvinutá
c. svinutá

19. Jak se nazývá živoucí zkamenělina z Austrálie? (2)

a. *Ginkgo biloba*
b. *Wollemia nobilis*
c. *Metasequoia glyptostroboides*

Co to znamená živoucí zkamenělina?

…organismus nalezen nejprve jako fosilie, následně jako živá populace…

20. Přiřaď správný odborný termín k typu opylování. (3)

Ornithogamie	opylování netopýry
Chiropterogamie	opylování hmyzem
Entomogamie	opylování ptáky

21. Cekropie je dalším příkladem myrmekofilní rostliny. Kde na rostlině mravenci žijí? (1)

……*v dutině kmene*……

body:……/37

jméno:……

ročník:……

škola:……..

13 Metodika k pracovnímu listu: Fytogeografie

Název pracovního listu: Fytogeografie

Doporučený ročník: 1. – 4. ročník střední školy

Čas provázení: cca 60 minut

Období: prohlídky jsou možné celoročně (do části venkovní expozice jsou zahrnuty jen dřeviny a ty lze pozorovat celý rok).

Kdo žáky provádí: Provází učitel nebo odborný pracovník zahrady, oba mají k dispozici text provázení (který následuje). Pokud si učitel vybere provázení pracovníkem zahrady, tak se musí bezpodmínečně předem ohlásit, telefonicky nebo emailem. Botanická zahrada totiž nemá speciální pracovníky pro styk s veřejností, a proto většinou provází vedoucí jednotlivých expozic, kteří jsou jinak plně zaměstnáni péčí o jejich úseky.

Materiály: pracovní listy i texty provázení budou přístupné ke stažení na internetových stránkách Botanické zahrady Teplice.

Cíle:

- žáci vyjmenují základní fytogeografické oblasti světa a České republiky

- žáci vysvětlí pojmy jako: endemit, relikt, diverzita, florogeneze, archeofyt, neofyt

- žáci stručně popíší základní charakteristiky vegetačních pásů světa

Tematický celek: Rostliny a prostředí

Učivo: Rozšíření rostlin na Zemi, Areál a jeho zobrazení, Endemity a relikty, Fytogeografické členění zemského povrchu, Fytogeografická charakteristika České republiky.

Mezipředmětové vztahy: geografie, fyzika,

Pomůcky: pracovní list, psací potřeby, tvrdá podložka na psaní,

Vypracování listu: během exkurze a po skončení samostatně procházením expozic

Rozvíjené klíčové kompetence:

- kompetence k učení

- kompetence k řešení problémů

- kompetence komunikativní

Aktivity: vybavování informací, práce s textem, samostatné procházení zahrady

Způsob hodnocení práce studentů: pracovní listy hodnotí učitel a následně konfrontuje žáky s výsledky (buď přímo po skončení exkurze, nebo při nejbližší hodině biologie ve škole).

Očekávané výstupy:

-žák si prohloubí a upevní znalosti získané při výuce botaniky

-žák je seznámen s velkou diverzitou cévnatých rostlin světa

-žák se seznámí s významnou přírodovědnou institucí regionu, ve kterém žije

14 Text provázení Fytogeografie

14.1 Venkovní expozice

Informace v textu, které musí při výkladu zaznít, aby mohli studenti vyplnit pracovní list, jsou označeny tučnou svislou čarou na okraji stránky. Text je členěn dle prohlídkové trasy (zahrada je rozdělena geograficky).

Fytogeografie

Fytogeografie je věda zabývající se rozšířením rostlin na Zemi, jakož i zákonitostmi a příčinami, které toto rozšíření podmiňují. (Hendrych 1984)

FYTOGEOGRAFICKÉ ČLENĚNÍ SVĚTA • Šest fytogeografických oblastí (říší) můžeme definovat na základě vzájemné podobnosti a odlišnosti flóry jednotlivých území světa. Tyto oblasti existují v reálu, ale jejich ohraničení je relativní. Vegetace se na hranicích do určité míry promíchávají. Jsou to: Holarktická oblast, Paleotropická oblast, Neotropická oblast, Kapská oblast, Australská oblast, Antarktická oblast. (Hendrych 1984)

Holarktická oblast

Zahrnuje oblasti severní polokoule mimo tropických oblastí - tedy i naše území. Dále se dělí na podoblasti. Jedná se o nejrozsáhlejší fytogeografickou oblast, ale není druhově nejbohatší, nemá největší druhovou diverzitu. (Hendrych 1984, Prach 2009)

Co je diverzita?

Diverzita neboli rozrůzněnost nebo rozmanitost charakterizuje společenstva z hlediska počtu druhů v něm obsažených. Největší diverzita bývá v oblastech, které se dlouhodobě nerušeně vyvíjí, nebo v místech protnutí migračních proudů či oblastech dlouhodobě izolovaných a členitých. (Prach 2009)

Co se týče počtu druhů dřevin, tak nejchudší částí holarktické oblasti je Evropa. Je to dáno rovnoběžkovou orientací hlavních evropských pohoří. V době ledové nemohly teplomilnější druhy dřevin migrovat na jih a vyhynuly. Naproti tomu v Severní Americe mají pohoří poledníkovou orientaci, a proto je zde větší druhová diverzita, největší druhová pestrost dřevin je ve východní Asii - nebyl zde tak rozsáhlý pevninský ledovec. (Prach 2009)

Příklad holarktické dřeviny:

Smrk černý - *Picea mariana*

Vytváří rozsáhlé lesní komplexy v Severní Americe. Vyhovují mu vlhká místa na okrajích mokřadů nebo rašeliništích, ale snáší i místa suchá. Jako většina smrků má mělký kořenový systém a proto může růst i na trvale zmrzlé půdě (permafrostu), která v letních měsících v povrchové vrstvě rozmrzá. Dosahuje výšky 20 až 30 metrů, koruna je úzce kuželovitá. Jehlice hustě uspořádané, modrozelené, matné (*viz Příloha 3, obrázek 2*). Šišky jsou malé 2-3 cm dlouhé. Dřevo není příliš hodnotné, hodí se k výrobě celulózy a papíru. (Hieke 2008)

Ostrolistec kopinatý - *Cunninghamia lanceolata*

Jedná se o vývojově starobylou dřevinu, která je třetihorním reliktem v Tchaj-wanu a Číně, tedy v Paelotropické oblasti. Stálezelená dřevina s úzce kuželovitou korunou, ve své domovině dosahující výšky 10-25 metrů. Listy jsou úzce kopinaté (odtud také jeho český název), tuhé, kožovité (*viz Příloha 3, obrázek 3*). Šišky téměř kulovité 3-4 cm dlouhé. V našich podmínkách má spíše dekorativní funkci. Ve své domovině dřevo využíváno jako stavební materiál k stavbám mostů, lodí, nábytkářství. (Hieke 2008)

Relikt

Druhy rostlin, které se zachovaly pouze na omezeném a izolovaném území, označujeme jako relikty. Jedná se o pozůstatky po dřívějším větším rozšíření. (Hendrych 1984, Prach et al. 2009)

Můžeme také rozlišovat takzvaný absolutní a relativní relikt.

Absolutní relikt je právě ten, který odpovídá obecné definici. Druh, jehož výskyt zabíral velké území, se v současnosti přirozeně vyskytuje jen na určitém refugiu (útočišti). Příkladem může být jinan dvoulaločný (*Ginkgo biloba*), o kterém z fosilního záznamu víme, že se dříve vyskytoval po celé severní polokouli. Dnes má své refugium pouze v jihovýchodní Asii. (Hendrych 1984, Prach et al. 2009)

Relativní relikt je druh, který má malou populaci oddělenou od svého velkého areálu, ve kterém druh za reliktní považovat nelze. Příkladem může být ostružiník moruška (*Rubus chamaemorus*) s reliktním výskytem (glaciálním) v Krkonoších, který je v severských oblastech zcela běžný. (Hendrych 1984, Prach et al. 2009)

Endemit

Je označení pro taxon, který je svým areálem vázán pouze na určité omezené území, mimo které se přirozeně nevyskytuje. Velikosti areálů endemitů mohou být různé, od celého kontinentu (euryendemit) až po jednu malou lokalitu (stenoendemit). Příkladem euryendemita může být buk lesní (*Fagus sylvatica*) v celé Evropě. Příkladem stenoendemita jeřáb milský (*Sorbus milensis*) z kopce Milá v Českém středohoří. Ohnisky endemismu často bývají ostrovy a hory. (Hendrych 1984)

Pajehličník přeslenitý - *Sciadopitys verticillata* - endemit Japonska

Jeho domovem jsou ostrovy Honšú, Šikoku a Kjúšú v Japonsku. Roste převážně v horských lesích, kde se pěstuje i pro lesní hospodářství. Dosahuje výšky až 40 metrů a obvodu kmene až 3 metry (v našich podmínkách výrazně menší jedinci). Zvláštní dvoujehlice 8-12 cm dlouhé v paprsčitých přeslenech připomínají rozevřený deštník. Odtud je odvozen anglický název „umbrella pine“. Šišky podlouhle vejčité 6-10 cm dlouhé. Kořenový systém do hloubky i do šířky hustě rozložen. Nemá rád půdy bohaté na vápník, kde trpí chlorózou. (Hieke 2008)

České endemity:

Hvozdík písečný český (*Dianthus arenarius* ssp. *bohemicus*), rozšíření: jediná lokalita poblíž Řípu.

Jeřáb český (*Sorbus bohemica*), rozšíření: České středohoří

Jeřáb labský (*Sorbus albensis*) České středohoří, 12 lokalit západně až severozápadně od Litoměřic, popsán v roce 2009 z bílých strání u osady Knobloška

Jeřáb milský (*Sorbus milensis*) rozšíření: stenoendemit kopce Milá v Českém středohoří, popsán v roce 2008

Jeřáb soutěskový (*Sorbus portae-bohemicae*): České středohoří, znám ze dvou lokalit, z Porta bohemica u obce Litochovice nad Labem a Oparenského údolí u obce Oparno, popsán v roce 2009.

Jeřáb sudetský (*Sorbus sudetica*), rozšíření: Krkonoše.

Jestřábník (*Hieracium* sp.) - asi 20 endemických druhů v Krkonoších

Tučnice česká (*Pinguicula bohemica*), rozšíření: Českolipsko - Ralská pahorkatina.

Zvonek český (*Campanula bohemica*), rozšíření: Krkonoše. (všechny údaje Grulich 2014)

Reliktní areál v ČR:

bříza trpasličí, medvědice lékařská, ostružiník moruška

Glaciální relikty na naše území pronikly ze severu při době ledové jako součást tundrové flóry a vegetace. Po oteplení a ústupu ledovce zpět k severu, s ním odcházela i tundrová vegetace, vytlačovaná z jihu vegetací dnešní. Severské druhy se tím pádem udržely pouze na izolovaných a omezených lokalitách s vhodným klimatem jako glaciální relikty. (Hendrych 1984)

Bříza trpasličí – *Betula nana*

Běžná v severských zemích. Je to nízký poléhavý keř rostoucí na rašeliništích dosahující výšky do 1 metru. Listy téměř okrouhlé, 4-12 mm v průměru. Jeden z glaciálních reliktů (kriticky ohrožený druh) k nalezení v horských oblastech ČR například Šumava, Jizerské hory, Orlické hory aj. (Horáček 2007)

Franklinie americká - *Franklinia alatamaha* – ve volné přírodě vyhynulý druh.

Rostlina patřící do čeledi čajovníkovité (*Theaceae*). Pojmenovaná po Benjaminu Franklinovi – americkém státníkovi a přírodovědci. Opadavý, vzpřímený keř nebo až 10 metrů vysoký strom, kůra hladká tenká. Listy střídavé, jednoduché, obvejčité, 12-15 cm dlouhé, líc lesklý, svěže zelený, spodní strana chlupatá, podzimní zbarvení zářivě červené. Květy pětičetné, bílé, 7-8 cm v průměru (*viz Příloha 3, obrázek 33*). Plodem je tobolka. Místo původního rozšíření USA Georgia, od roku 1790 se ve volné přírodě nevyskytuje, udržuje se jen v kultuře (například v botanických zahradách či sbírkách soukromníků). Dnes existuje asi 1000 exemplářů. Obrázek v příloze č. 2. (Roloff 2018)

Borovice osinatá - *Pinus aristata* - dlouhověkost

Původem ze Severní Ameriky (konkrétně Rocky Mountains). Roste tedy v převážně suchých pohořích. Tvoří stromy vysoké až 15 metrů. Jehlice ve svazečcích po pěti, velmi hustě stěsnané, 2-4 cm dlouhé, na jejichž povrchu jsou malá pryskyřičná zrnka. Šišky vejčitě válcovité 4-9 cm dlouhé na štítcích s ostnem (*viz Příloha 3, obrázek 4*). Dosahuje vysokého

stáří, v Coloradu je evidován strom, jehož věk se odhaduje na cca 2500 let. Blízce příbuzná borovice dlouhověká dosahuje věku až 5000 let. Roste v nadmořských výškách 2800 – 3600 m n. m. na velmi chudých skalnatých půdách. (Hieke 2008)

Příkladem rostliny, která využívá k šíření svých semen větru (**anemochorie**), je **klejicha**. Má měchýřky plné semen s chmýrem, který napomáhá jejich nadnášení.

Otázka pro studenty: Jmenujte některé rostliny naší květeny, které využívají anemochorii?

Medvědice lékařská - *Arctostaphylos uva-ursi* - glaciální relikt

Nízký poléhavý keřík do 30 cm výšky. Listy podlouhle obvejčité 1-3 cm dlouhé, lesklé, kožovité. V ČR se vyskytuje vzácně, chráněna zákonem. V severských zemích běžná. Sušené listy se prý dají kouřit a jinak jde o léčivou rostlinu působící blahodárně na močové cesty. (Horáček 2007)

Violka labradorská - *Viola labradorica* – zoochorie

Jako zoochorie se označuje rozšiřování rostlin prostřednictvím živočichů. V tomto případě se jedná o roznášení semen **mravenci** (myrmekochorie), (*viz Příloha 3, obrázek 34*). Semena mají přívěsek, takzvané masíčko, které je pro mravence odměnou. Kromě tohoto způsobu rozšiřování existuje také endozoochorie - uvnitř (například ptáci různé bobule) a exozoochorie - na povrchu („lepík“ na srsti nebo svetru). (Lhotská 1987)

Borovice Jeffreyova - *Pinus jeffreyi*

Areál výskytu zabírá západní část Severní Ameriky, kde roste až do nadmořské výšky 1500 m n. m. Stromy dosahují výšky 30-60 m, koruna kuželovitá, poměrně řídká. Jehlice ve svazečcích po třech, 18-22 cm dlouhé. Pryskyřice voní po pomerančích. Šišky vejčitě kuželovité, 14-20 cm dlouhé a 4-8 cm široké. Dřevo se používá ve stavebnictví k truhlářský účelům a při rekultivacích. U nás poměrně citlivá na pozdní jarní mrazy. (Hieke 2008)

Škumpa orobincovitá - *Rhus thyphina* - neofyt

Nepůvodní druhy (**alochtonní**) můžeme rozdělit na **archeofyty** (zavlečené člověkem před objevením Ameriky) a **neofyty** (zavlečené po objevení Ameriky). (Hendrych 1984)

Neofyty jsou nepůvodní druhy rostlin, které byly do území zavlečeny po objevení Ameriky - tedy po roce 1492. Většinou jde o rostliny zavlečené člověkem ať už z důvodu hospodářského, estetického nebo neúmyslného zavlečení. Příklady neofytů mohou být lilek brambor, lilek rajče, bolševník velkolepý, škumpa orobincová, křídlatka japonská. (Hendrych 1984)

Jinan dvoulaločný - *Ginkgo biloba* - třetihorní relikt

Jinany jsou z fosilních záznamů známy z celé severní polokoule, ale v současné době se přirozeně dochoval pouze v jihovýchodní Číně. Rod jinan je zastoupen pouze jedním druhem. Do Evropy dovezen někdy kolem roku 1727. Jedná se o opadavé stromy, dosahující výšky až 40 metrů. Koruna je řídká, kuželovitého vzrůstu. Vějířovité listy vyrůstají po 3-5 ve svazečcích na výrazných brachyblastech (*viz Příloha 3, obrázek 10*). Semena jinanu jsou obalena dužnatým obalem, který při dozrávání nepříjemně páchne. Má široké farmakologické uplatnění, například rozšiřuje cévy, pomáhá při poruchách paměti aj. (Hieke 2008)

Korkovník amurský - *Phellodendron amurense*

Druh pochází z východní Asie, roste hlavně v horách. Koruna široce rozkladitá. Dosahuje výšky 15 metrů. Listy dlouhé až 40 cm, lichozpeřené. Charakteristická borka s vystouplými hřebeny, drť borky používaná k výrobě špuntů, izolačních desek aj. (Horáček 2007)

Sekvojovec obrovský - *Sequoiadendron giganteum*

Pochází ze Severní Ameriky, konkrétně Kalifornie. Je to jeden z nejmohutnějších organismů na Zemi, dorůstá výšky až 100 metrů a průměru kmene 10-12 metrů. V našich podmínkách dosahuje nejvýše 50 metrů. Také jeho dlouhověkost je úctyhodná, dožívá se až 4000 let. Koruna v mládí pyramidální, ve stáří zaoblená. Borka měkká a velmi silná, aby strom odolával lesním požárům. Listy šupinaté, 3-6 mm dlouhé. Šišky vejčité, 5-8 cm dlouhé. (Hieke 2008)

Metasekvoje čínská - *Metasequoia glyptostroboides* – živoucí fosilie

Nejprve byly nalézány fosilie metasekvojí a až v roce 1941 byl nalezen tento žijící druh ve střední Číně. Jedná se tedy o tzv. **živoucí fosilii**. Na původních stanovištích stromy vysoké až 35 metrů, koruna zpočátku jehlancovitá, později zaoblená. Jehlice jsou opadavé vstřícné, 8-

25 mm dlouhé. Šišky kulovité, 25 mm v průměru. Pěstuje se v parcích po celém světě. Do Evropy byla první semena zaslána v roce 1948. (Hieke 2008)

Organismus označovaný jako **živoucí fosilie** byl nejprve popsán z fosilního záznamu a posléze objeven v přírodě žijící.

Jedle numidská - *Abies numidica*

Neboli též jedle alžírská je jehličnan pocházející z východního Alžírska (pohoří Atlas), kde je také endemitem. Na původních stanovištích roste v nadmořských výškách 1600 – 2000 m n. m. Výška stromu se pohybuje kolem 15-20 metrů, koruna pravidelně kuželovitá a hustě rozvětvená. Jehlice velmi hustě postavené, kartáčovitě vzpřímené, 15-20 mm dlouhé, temně zelené. Šišky 15-20 cm dlouhé (*viz Příloha 3, obrázek 14*). Na půdní podmínky velice nenáročná. (Hieke 2008)

Biom je velkoplošně se vyskytující ekosystém. Tyto ekosystémy se vyvíjely v určitých abiotických a biotických podmínkách, které vytvořily jejich charakteristickou podobu. Největší vliv na utváření biomů mají sluneční záření a klima. Příkladem takových biomů jsou stepi, tropické deštné lesy, opadavé listnaté lesy atd. (Prach 2009)

Na různých místech planety nacházíme ekosystémy, které jsou charakteristické zejména výskytem trav. Tyto travnaté pláně se nacházejí v nitru kontinentů, kde je méně srážek a větší rozdíl zimních a letních teplot. Travnaté pláně se nazývají různě, dle geografického umístění. V Severní Americe najdeme **prérie**, v Eurasii **stepi** a Jižní Americe **pampy**. Příklad kavylových stepí můžeme v našem regionu obdivovat na jižních svazích kopců Lounského středohoří, které svým sklonem navozují kontinentální klima. Přesto je třeba tyto stepní enklávy udržovat vhodným managementem bez dřevin. (Prach 2009)

Středomozemí je jedním z významných **center původu kulturních rostlin.**

Kulturní rostliny ze Středomoří: chřest lékařský, brukev zelná - kedluben, kapusta, květák, kmín, fenykl, majoránka, vavřín ušlechtilý, olivovník, kaštanovník setý.

Člověk jako tvor, který od neolitu cíleně pěstuje rostliny ke své obživě, se stal chtěným i nechtěným šiřitelem semen rostlin po celém světě. Tento typ šíření semen se odborně nazývá **antropochorie**. (Lhotská 1987)

Některé rostliny šíření semen zastanou samy různými přizpůsobeními. Takovémuto šíření se odborně říká **autochorie** a učebnicovým příkladem rostliny která takto svá semena rozsévá, je **tykvice stříkavá**, která vystřikuje natlakovaný obsah svého plodu do dáli. (Lhotská 1987)

Rostliny nazývané jako **Archeofyty** byli do území zavlečeny před rokem 1492 tedy před objevením Ameriky. Jedná se tedy o druhy nepůvodní neúmyslně zavlečené člověkem zejména díky příchodu zemědělství. Semena byla obsažena v osivu. Příkladem mohou být koukol polní, mák vlčí, chrpa modrák. (Hendrych 1984)

Jiné rostliny využívají k šíření svých semen vodu (**hydrochorie**). Jejich semena jsou proto vybavena vzdušnými vaky, provzdušněnými pletivy aj. Jsou to zejména rostliny mokřadní nebo vodní jako například lekníny, kosatec žlutý aj. Zvláštním typem hydrochorie je šíření semen pomocí dešťových kapek (**ombrochorie**), kdy kapka vyráží semeno ze semeníku ven. Příklad penízek nebo černohlávek. (Lhotská 1987)

Fytogeografické členění ČR

Česká republika patří do Holarktické oblasti konkrétně její eurosibiřské podoblasti. Její 3 základní fytogeografické obvody jsou rozděleny především jejich nadmořskou výškou. (Kubát 2003)

Termofytikum: nížinný až pahorkatinný stupeň, vyskytují se zde převážně teplomilné druhy rostlin, Poohří, Polabí, jižní Morava, Moravské úvaly. (Kubát 2003)

Mezofytikum: vyšší polohy pahorkatin a podhorský stupeň, přechod mezi teplomilnou a chladnomilnou květenou, největší fytogeografická oblast. (Kubát 2003)

Oreofytikum: horský a subalpínský stupeň, absence teplomilné květeny, převaha chladnomilných druhů, Krkonoše, Šumava, Krušné hory, Jeseníky aj. (Kubát 2003)

14.2 Hala

Charakteristika fytogeografických oblastí paleotropis, neotropis, australis, které jsou prezentovány ve sklenících.

Paleotropická oblast

Po Holarktické je druhou největší fytogeografickou oblastí. Je ale floristicky nejbohatší „z tropických rodů" celého světa je 47% vázáno na její území. Přirozeně se zde nevyskytují opunciovité, ale vynahrazuje to velká diverzita pryšcovitých. Zabírá většinu Afriky, Indii, Indonésii, Nový Zéland atd. (Hendrych 1984)

Neotropická oblast

Tato oblast zahrnuje téměř celou Jižní Ameriku, Střední Ameriku, jižní cíp Floridy, Karibské ostrovy, Galapágy aj. Květena této oblasti se samostatně vyvíjí od oddělení Jižní Ameriky od Afriky. Ve floře neotropické se nachází asi 24% flory pantropické. Z toho vyplývá, že 76% neotropické flory je mladší (její samostatný vývoj se odehrává cca 100 milionů let). Přes pevninský most do horských oblastí Neotropis pronikají také holarktické čeledi. Nachází se zde nejrozsáhlejší tropické deštné lesy na světě, zejména v povodí řeky Amazonky. V Botanické zahradě Teplice můžete najít jednu z největších sbírek rostlin pocházejících z Chile. (Hendrych 1984)

Australská oblast

Tato oblast zahrnuje zejména celou Austrálii a Tasmánii. Její flora se dlouho vyvíjí v izolaci, a proto zde můžeme najít ohromné množství endemitních druhů rostlin (cca 80%). Přesto jsou zde zřejmé vztahy ke květeně Jižní Ameriky. Je to dáno tím, že Austrálie společně s Jižní Amerikou a dalšími, byla součástí prakontinentu Gondvany. Typickými původními dřevinami jsou eukalypty. (Hendrych 1984)

14.3 Xerický skleník (suchý skleník)

V tropech se vyskytují i suché oblasti.

Pouště a polopouště zabírají cca 26-35 % povrchu pevnin. Vyskytují se v místech, kde se nachází srážkové stíny, ve středu kontinentů nebo naopak okraje kontinentů (zde je ale na vině velký rozdíl teplot oceánu a kontinentu) aj. Charakteristické jsou výrazné rozdíly teplot mezi

dnem a nocí. Rozlišujeme tři typy pouští: kamenité, štěrkovité a písčité. (Hendrych 1984, Prach 2009)

Pouště se vyznačují velmi nepravidelným výskytem vegetace, rostliny se nachází na místech, kde mají možnost získat alespoň trochu vláhy. Ročně v těchto oblastech naprší méně než 100 mm vody. Nejsušší pouští je Atacama v Jižní Americe a centrální oblasti Sahary v Africe. (Prach 2009)

Polopoušť je porostlá řídce, ale pravidelně. Převažují rostliny, jejichž obnovovací pletiva jsou uložena v semenech (terofyty), pod zemí (geofyty) nebo těsně u země (hemikryptofyty). Půdy jsou zasolené z důvodu vyššího výparu nad srážkami, proto se zde vyskytují halofyty, rostliny, kterým zasolené půdy nevadí. (Hendrych 1984, Prach 2009)

Raunkierovy růstové nebo také životní formy rostlin. Jedná se o kategorizaci rostlinných druhů s ohledem na umístění obnovovacích pletiv, pupenů, semen či dalších orgánů za účelem přečkání nepříznivých období - sucho, mráz. (Prach 2009, Slavíková 1982)

Terofyty nepříznivá období přečkávají díky svým semenům. Jejich rostlinná těla i s kořeny po období vegetace zanikají. Semena, zejména v aridních podmínkách, musí často dlouhou dobu vyčkávat na první deště. (Slavíková 1982)

Geofyty jsou vytrvalé rostliny, jejichž obnovovací pupeny jsou umístěny pod zemí v podobě oddenků, cibulek a hlíz. (Slavíková 1982)

Hemikryptofyty mají obnovovací pupeny těsně u země, bývají kryty odumřelými bázemi listů a opadem. Typickými hemikryptofyty jsou například trávy. (Slavíková 1982)

Konvergentní evoluce je takový typ vývoje, při kterém navzájem nepříbuzné, nebo vzdáleně příbuzné druhy vytváří působením podobných selekčních tlaků obdobné znaky, týkající se zejména stavby těla. Příkladem mohou být dvojice: *Aloe* a *Agave*, *Astrophytum asterias* a *Euphorbia obesa* aj. (Flegr 2009)

Velké fytogeografické oblasti mají svou charakteristickou květenu:

Jižní Afrika - *Aloe*, pryšce, tlustice, *Aizoaceae*.

Amerika - kaktusy, bromélie (tilandsie), *Agave*.

Madagaskar - *Pachypodium*, pryšce. (Prach 2009, Hendrych 1984)

Madagaskar

Tento ostrov v Indickém oceánu je rájem sukulentů, nenajdeme zde kaktusy, ale celou řadu druhů pryšců (*Euphorbia*), *Aloe*, *Pachypodium* aj. Vývoj květeny se zde ubírá tisíce let vlastním směrem, a proto zde můžeme najít mnoho endemitních druhů rostlin. (Hendrych 1984)

Přizpůsobení rostlin na pouštní a polopouštní podmínky:

Zdužnatělé stonky, listy, kaudex, malé listy, redukce povrchu, povrch - vosk, chlupy, hluboké kořeny, bohatý kořenový systém, CAM metabolizmus. (Slavíková 1982, Procházka 1998)

Kolopejka – *Kalanchoe beharensis*

Původem z Madagaskaru. Vytváří keřovitý habitus a dosahuje výšky až 6 metrů. Větve pokrývají výrazné ostré jizvy po listech. Listy jsou trojúhelníkovité, zprohýbané, hustě pokryté trichomy, což propůjčuje rostlině šedavou barvu. (Jandová 2013)

Kykatka - *Tillandsia* sp. - život bez kořenů

Tento rod s 350 druhy většinou epifytních rostlin, patří do čeledi bromeliovité. Sukulentní listy nejčastěji vyrůstají v růžici, jsou pokryty zvláštními trichomy, které jsou savé. Hustota pokrytí trichomy je různá, jisté je, že mají velký význam při hospodaření s vodou. Velice častým metabolismem tilandsií je CAM (crassulacean acid metabolism), kterým se vyznačuje mnoho sukulentních rostlin. Těmto rostlinám jde hlavně o co nejmenší ztráty vody transpirací, jelikož se nachází vysoko v korunách stromů, kde je přes poledne minimální vlhkost vzduchu. (Burnie 2007)

Agáve obecná - *Agave americana*

Rostlina pocházející ze Střední Ameriky s dlouze protáhlými dužnatými listy, které vytvářejí růžice. Květenství vyráží ze středu listové růžice a může dosahovat až 14 metrů. Z

listů rostliny se získává dřevnaté vlákno, ze kterého se vyrábí lana, tkaniny, pytle. (Rohwer 2006)

***Pachypodium lamerei* – „Madagaskarská palma“**

Většina druhů rodu *Pachypodium* má domov na ostrově Madagaskar, ostatní v Africe. Rostlina má lahvovitý otrněný stonek, ve kterém skladuje zásoby vody. Takovému typu stonku se říká **pachykaul**. Celkový habitus připomíná palmu (proto „Madagaskarská palma“). Květy velké vonné, ale v kultuře kvetou až na starších jedincích (Jandová 2013)

Nolina - *Beucarnea recurvata* - „Sloní noha“

Strom vysoký až 9 metrů, při bázi kmene vytváří výrazný **kaudex** k zadržování vody. Listy jsou dlouhé 90-180 cm a široké 1,5-2 cm. Pochází z jihovýchodního Mexika. (Gratias 2006)

***Pereskia grandifolia* – „Rose Cactus“**

Rod *Pereskia* zahrnuje 16 druhů kaktusů, které na první pohled jako kaktusy nevypadají, mají totiž většinou keřovitý habitus a mají kromě trnů také listy. Místem původního výskytu je Střední a Jižní Amerika od jižního Mexika po Brazílii. Pravděpodobně se jedná o evolučně nejstarší kaktusy. *Pereskia grandifolia* dorůstá výšky 4,5 metru, listy úzké, dlouhé 20 cm, trny 12-35 mm dlouhé. Květy růžové až nachově červené, připomínající květy růže šípkové (odtud anglický název Rose Cactus). (Burnie 2007)

Vlnovec nádherný - *Chorisia speciosa* (syn.: *Ceiba speciosa*) - The silk floss tree

Jihoamerický strom až 15 metrů vysoký s lahvovitým a otrněným kmenem, jehož borka má zelené zbarvení a podílí se na fotosyntéze (*viz Příloha 3, obrázek 20*). Listy v období sucha opadávají. Plodem jsou hruškovité tobolky až 20 cm dlouhé, obsahující bílou vlnu, která napomáhá semenům k jejich šíření větrem (anemochorie). (Rohwer 2006)

Strelitzia nicolai

Tato rostlina pochází z pobřežních lesů jižní Afriky. Dosahuje výšky až 12 metrů a trochu se podobá banánovníku. Její květy jsou bílo-modré a podepřené výrazným palistem, který připomíná zobák nějakého ptáka. Vlákna z listů se využívají k výrobě lan nebo klobouků. (Rohwer 2006)

14.4 Tropický skleník

ukázka biomu (ekosystému) tropický deštný les

kde + charakteristika: rovníkové oblasti do 5 ° zeměpisné šířky, stálá teplota 25 °C, stálá délka dne 12 hod , nejsou zde roční období, a proto se netvoří letokruhy, roční úhrn srážek přes 4000 mm, monzuny v jihovýchodní Asii, odpolední srážky

diverzita, rozmanitost, největší druhová diverzita ze všech biomů, 40 % všech druhů, **životní formy** - stromy, epifyty, liány

způsoby, jak se dostávají rostliny za světlem, životní formy

vnitřek lesa - málo světla, velké, tenké listy, zespod fialové, odkapávací špička (Prach 2009)

Epifyty

Jsou to rostliny, které rostou na jiných rostlinách. Nejsou to parazité, pouze své hostitele využívají jako oporu, aby se dostali blíže ke světlu. Největší diverzitu epifytních rostlin můžeme pozorovat právě v tropech. Typickými zástupci jsou bromélie, orchideje, kapradiny, kaktusy. (Slavíková 1982)

Vlnovec pětimužný - *Ceiba pentandra* - obr z jihoamerického pralesa

Jeden z největších stromů tropických deštných lesů Jižní Ameriky, který často přerůstá ostatní stromy lesa a jeho deštníkovitá koruna vyčnívá nad ostatní. Dosahuje výšky až 70 metrů (*viz Příloha 3, obrázek 22*). Kmen má výrazné deskovité náběhy z důvodu stability a indiáni je využívají k dorozumívání (údery nohou). Bílá vlákna z jeho podlouhlých tobolek se využívají k vycpávání oblečení. (Rohwer 2006)

Petrea volubilis

Statná liána tropické Ameriky, jejíž vytrvalé pětičetné kalichy jsou často nalézány na chodníku ve skleníku (*viz Příloha 3, obrázek 23*). (Haager 2012)

Fíkovník - *Ficus* sp. - kmenokvětost, dužnaté plodenství fík.

U jedince v tropickém skleníku není znám druh. Souhrnně lze o rozšíření příslušníků rodu fíkovník říci, že obývají tropy a subtropy celého světa. Jejich největší diverzita je v jihovýchodní Asii. Na tomto jedinci lze hezky demonstrovat **kauliflorii neboli kmenokvěteost** (*viz Příloha 3, obrázek 26*). Vzniklé fíky dozrávají v průběhu celého roku a jsou v tropických deštných lesích významným zdrojem potravy pro živočichy žijící v korunovém patře. (Sinskaja 1973)

Banánovník - *Musa* sp.

Jedlé druhy rodu banánovník mají svůj původ v Indomalajském regionu. Již ve 3. století před naším letopočtem byly introdukovány do Středozemí, Afriky, Střední a Jižní Ameriky. Jedná se o víceletou bylinu, jejíž stonky dosahují výšky až 15 metrů. Silně odnožuje. Stonek je tvořen pochvami listů, které vyrůstají ve šroubovici. Květenství dosahuje délky 0,5-2 metry. (Ondrášek 2011)

Mahagonovník americký - *Swietenia macrophylla* - mahagon

Cekropie dlanitá - *Cecropia palmata* - - chůdovité kořeny, symbióza s mravenci

Původem ze Střední a Jižní Ameriky, kde obývá tropické deštné lesy. Výška tohoto stromu přesahuje 10 metrů (*viz Příloha 3, obrázek 24*), kmen je dutý a často tuto dutinu obývají mravenci, kteří svůj příbytek chrání před vetřelci, tím vzniká mezi rostlinou a mravencem symbióza, která se nazývá myrmekofilie. (Kavina 1924, The Useful Tropical Plants Database)

Kávovník arabský - *Coffea arabica*

Původ kávovníku arabského je udáván z Etiopské vysočiny. Typem plodu je peckovice která obvykle obsahuje 2 semena, která se před použitím praží a melou. Habitus kávovníku je keřovitý nebo stromový a dosahuje výšky až 6 metrů. Listy jsou temně zelené dlouhé 12-15 cm. (Haager 2012)

Středoamerické centrum kulturních rostlin:

Kukuřice setá, batáty, merlíky - *Chenopodium quinoa*, slunečnice roční, paprika roční, kakaovník pravý, papája melounová, vanilka pravá, hruškovec přelahodný. (Sinskaja 1973, Hendrych 1984)

Kakaovník pravý - *Theobroma cacao*

Původem ze Střední a Jižní Ameriky, kde byl pěstován původními obyvateli dávno před příchodem Evropanů. Plodem je až 30 cm dlouhá bobule, ve které jsou až 3 cm velká semena (*viz Příloha 3, obrázek 35*). Semena se nazývají kakaové boby a mají celou řadu využití, od potravinářství, farmacii a kosmetiku. (Rohwer 2006)

Ananas chocholatý - *Ananas comosus*

Původem z jižní Brazílie (jižní část Amazonie). V dnešní době se pěstuje i v Africe, Indii Číně atd. Patří do čeledi bromeliovité a je jediným zástupcem, který se využívá v potravinářském průmyslu. Souplodí bobulí, které následně srůstá v synkarpní souplodí. (Ondrášek 2011)

Chlebovník obecný - *Artocarpus altilis* – bredfrut

Původně pravděpodobně pochází z Malajsie, dnes je díky lidem rozšířen ve všech tropických oblastech. Dosahuje výšky cca 20 metrů. Listy až 90 cm dlouhé a 50 cm široké, hluboce laločnaté (*viz Příloha 3, obrázek 28*). Plodenství kulovité, 30 cm v průměru. V Pacifiku základní potravinou. Tato rostlina se stala známou díky knize a filmu Vzpoura na lodi Bounty. Snaha zajistit levný zdroj potravy pro otroky v Karibiku vyústila v expediční plavbu lodi Bounty, která měla dovézt rostliny chlebovníku. Tato plavba skončila vzpourou, ale druhý pokus se již povedl. (Rohwer 2006)

Kolokázie jedlá - *Colocasia esculenta* - taro

Rostlina pochází z Asie, kde je dodnes významnou součástí jídelníčku. Hlízy, které mohou mít až 5 kg, se vaří, pečou, smaží, melou na mouku. Obsahuje také mnoho kyseliny šťavelové, a proto je potřeba teplená úprava, aby nedošlo k otravě. Listy této aronovité rostliny

jsou i s řapíkem dlouhé téměř 2 metry (*viz Příloha 3, obrázek 29*). Palicovité květenství je podepřeno bílým až žlutým toulcem. (Rohwer 2006)

14.5 Chladný skleník

Florogeneze představuje vývoj květeny určitého území z hlediska současného i historického. Flora každého malého i velkého území je podrobována různým vlivům podnebí, půdním, hydrologickým, které v konečném výsledku selektují druhy, které jsou schopny na něm přežít. Tyto vlivy se pochopitelně v historii mění a mění se zákonitě i flora. (Hendrych 1984)

Hnědé uhlí

Florogenezi naší oblasti si lze demonstrovat na hnědouhelné a dnešní floře Mostecka a Bílinska.

Patisovec evropský - *Glyptostrobus europaeus*

Je vyhynulá nahosemenná dřevina, která rostla ve třetihorách zejména v močálech a bažinách. Tato rostlina byla hlavním uhlotvorným jehličnanem v severočeské hnědouhelné pánvi. Větvičky této dřeviny byly 2 mm široké, spirálovitě pokryté šupinovitými jehličkami, šištice vejčité, 2-3 cm dlouhé. Recentní příbuzné rostliny v expozici jsou například *Taxodium mucronatum* nebo *Glyptostrobus pensilis*. (Kvaček 2004, BOTANY. CZ)

Cykas japonský - *Cycas revoluta*

Tato rostlina je endemitem jižních ostrovů Japonska. Je to jeden z nejznámějších druhů cykasů, je oblíbenou okrasnou rostlinou. Růst je velmi pomalý, dosahuje výšky kolem 3 metrů. Růžicovitou korunu tvoří zpeřené, velmi tuhé listy, které mají circinátní vernaci. Dosahuje věku až kolem 1000 let (určování věku je dosti složité, nemají letokruhy). Cykasy patří mezi evolučně nejstarší rostliny světa, ve fosilním záznamu se objevily před cca 250 miliony lety. (Burnie 2007)

Masožravky - stanoviště chudá na dusík a fosfor

Heliamfory - *Heliamphora*

Jsou endemitní masožravé rostliny ze stolových hor Venezuely v Jižní Americe. Láčky (listy svinuté do kornoutu) vyrůstají v růžicích buď při zemi, nebo na kmíncích (*viz Příloha 3, obrázek 30*). Na vrcholu láčky je lákadlo pro hmyz, na kterém jsou nektária. (Studnička 2006)

Láčkovky – *Nepenthes*

Láčkovky pocházejí zejména z Paleotropické oblasti. Listy láčkovek jsou pozměněny v asimilační a lapací část. Asimilační (podobná listové čepeli) je pravděpodobně rozšířený řapík a lapací láčka je tvořena čepelí. Mohou to být epifyty, liány i terestrické byliny. (Studnička 2006)

Kulturní plodiny jižní Asie:

Rýže setá, čajovník čínský, citroník čínský - pomeranč, citroník limonový - citrón, citroník mandarinka, pepřovník černý, skořicovník cejlonský. (Sinskaja 1973, Hendrych 1984)

***Cyathea* sp. – stromové kapradiny**

Původní v Australské oblasti, dnes po celém světě v tropických oblastech. Kmen, který vlastně není pravým kmenem je štíhlý, vzpřímený, dosahující výšky až 20 metrů, pokrytý jizvami po listech. Listy 1,5-3,5 metru dlouhé, koruna deštníkovitá. (Rohwer 2006)

Blahočet chilský - *Araucaria araucana*

Hlavním místem výskytu je Chile v Jižní Americe. Proto je také v Botanické zahradě Teplice vysazen v chladném skleníku mezi rostlinami, které nasbíral ředitel zahrady Mgr. Jiří Haager právě v tomto státě, jehož většinovou rozlohu zabírají Andy. Jedná se o rostlinu s prastarým původem, na které si pochutnávali dinosauři. Na původních stanovištích stromy dosahují výšky 30-60 metrů. Větve jsou hustě porostlé tuhými a špičatými listy, trochu připomínají opičí ocasy, proto se v angličtině strom jmenuje monkey tail tree. (Větvička 2017)

Kulturní plodiny Jižní Ameriky:

Lilek brambor, podzemnice olejná, rajče jedlé, ananasovník chocholatý, tabák virginský. (Sinskaja 1973, Hendrych 1984)

Píchoš huňatý - *Encephalartos villosus*

Tento druh cykasu pochází ze Svazijska v jižní Africe. Dle červeného listu se jedná o málo dotčený druh, o čemž svědčí jeho běžné rozšíření v jeho domovině. Často je také pěstován v botanických zahradách. V Botanické zahradě Teplice se nachází jedinec, jehož stáří přesahuje 100 let. Kmeny těchto rostlin dosahují výšky maximálně 40-50 cm. Jejich listy délky 1,5-3 metry (*viz Příloha 3, obrázek 31*). (The Cycad Pages)

Afrocarpus gracilis

Jedním z nejvzácnějších exponátů zahrady je více než sto let starý jehličnan *Afrocarpus gracilior.* Tato rostlina patří do oddělení jehličnanů, řádu borovicotvarých, který pochází z tropických horských lesů východní Afriky, kde roste ve vysokých nadmořských výškách 1800 – 2400 m n. m. Osidluje rozsáhlá území mezi Etiopií, Keňou, Tanzánií a Ugandou. Tento strom v domovině dorůstá výšky 20 – 40 m. Jeho semena jsou ukrytá v dužnatém žlutém obalu, který pojídají opice i ptáci, a tím rozšiřují semena do okolí. *(Hieke 2008, www.conifers.org)*

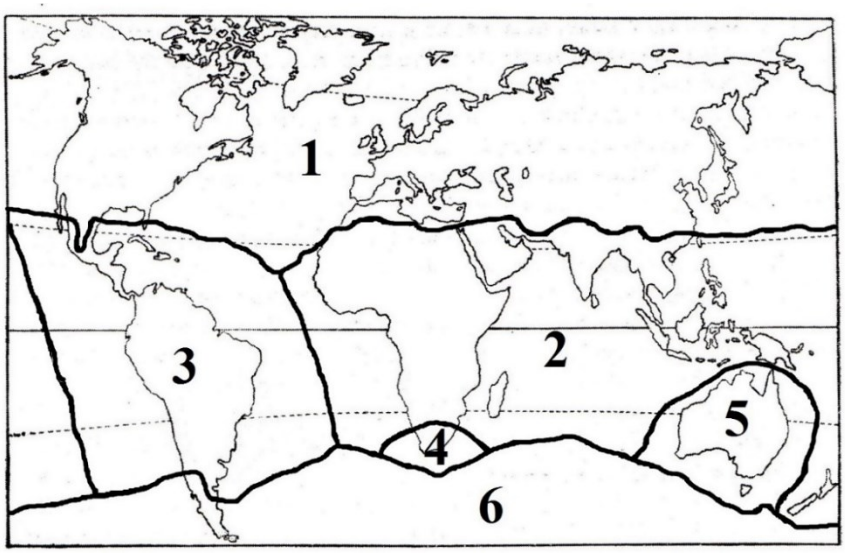
Wollemie vznešená – *Wollemia nobilis* – živoucí fosilie

V roce 1994 objevený jehličnan v kaňonu v jihovýchodní Austrálii šokoval botanický svět. Stejné stromy, které byly známi z fosilního záznamu, ale nepředpokládalo se, že budou nalezeny živé. Bylo jasné, že se jedná o nový druh pro vědu a dostal jméno *Wollemia nobilis.* Rodový název je podle regionu, kde byl objeven a druhové podle objevitele Davida Noble. Přírodní populace čítá asi 100 dospělých stromů, ty nejvyšší mají 40 metrů a stáří se odhaduje na cca 1000 let (*viz Příloha 3, obrázek 32*). V minulých letech bylo snahou botanických zahrad zabezpečit budoucnost tohoto druhu, a proto bylo rozesláno mnoho mladých stromků, získaných z řízků původních rostlin do zahrad po celém světě. (Price 2014)

15 Testovaná verze pracovního listu (Autorské řešení)

Pracovní list – fytogeografie

Fytogeografické členění Země



1 Holarktická oblast, 2 Paleotropická oblast, 3 Neotropická oblast, 4 Kapská oblast, 5 Australská oblast, 6 Antarktická oblast.

1. Napiš název fytogeografické oblasti, v níž se daný druh vyskytuje. (17)

ostrolistec kopinatý	*Paleotropická oblast*
pajehličník přeslenitý	*Holarktická oblast*
borovice osinatá	*Holarktická oblast*
borovice jeffreyova	*Holarktická oblast*
jinan dvoulaločný	*Holarktická oblast*
korkovník amurský	*Holarktická oblast*
sekvojovec obrovský	*Holarktická oblast*
metasekvoje čínská	*Holarktická oblast*
Pachypodium lamerei	*Paleotropická oblast*
Pereskia grandifolia	*Neotropická oblast*
ananasovník chocholatý	*Neotropická oblast*
kakaovník pravý	*Neotropická oblast*
kávovník arabský	*Paleotropická oblast*
vlnovec pětimužný	*Neotropická oblast*
chlebovník obecný	*Paleotropická oblast*
blahočet chilský	*Neotropická oblast*
wolemie vznešená	*Australská oblast*

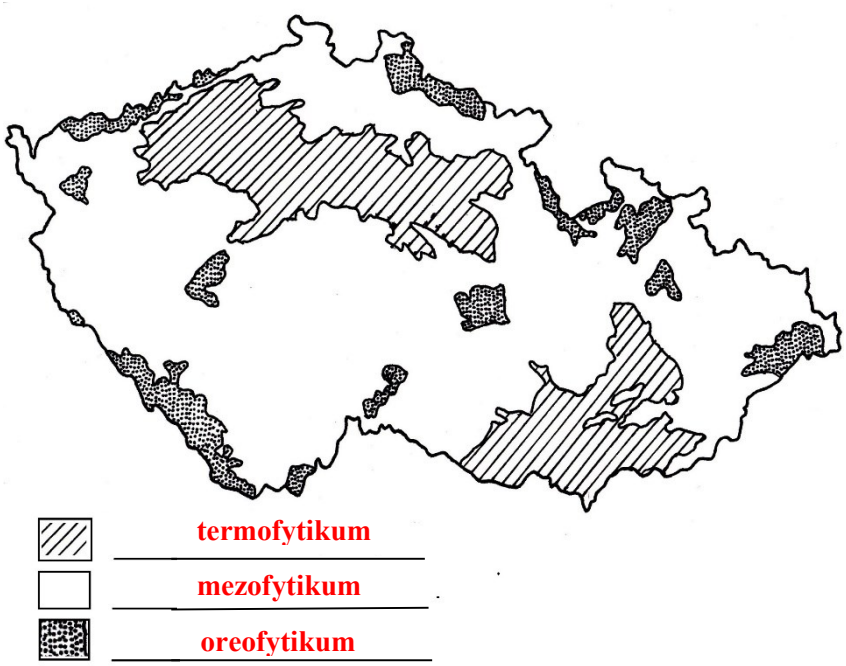
2. Co je to diverzita? (1)

rozrůzněnost, rozmanitost

3. **Přiřaď typy travnatých plání k oblastem světa, v nichž se vyskytují? (3)**

Step	Severní Amerika
Prérie	Jižní Amerika
Pampa	Eurasie

4. **Dopiš do mapy, názvy tří základních fytogeografických oblastí ČR. (3)**



5. **Přiřaď správný odborný termín ke způsobu pronikání rostlin na nové lokality (prostřednictvím diaspor). (5)**

anemochorie	rozšiřování semen a plodů zvířaty
zoochorie	rozšiřování semen a plodů člověkem
hydrochorie	rozšiřování semen a plodů větrem
autochorie	rozšiřování semen a plodů samovolně
antropochorie	rozšiřování semen a plodů vodou

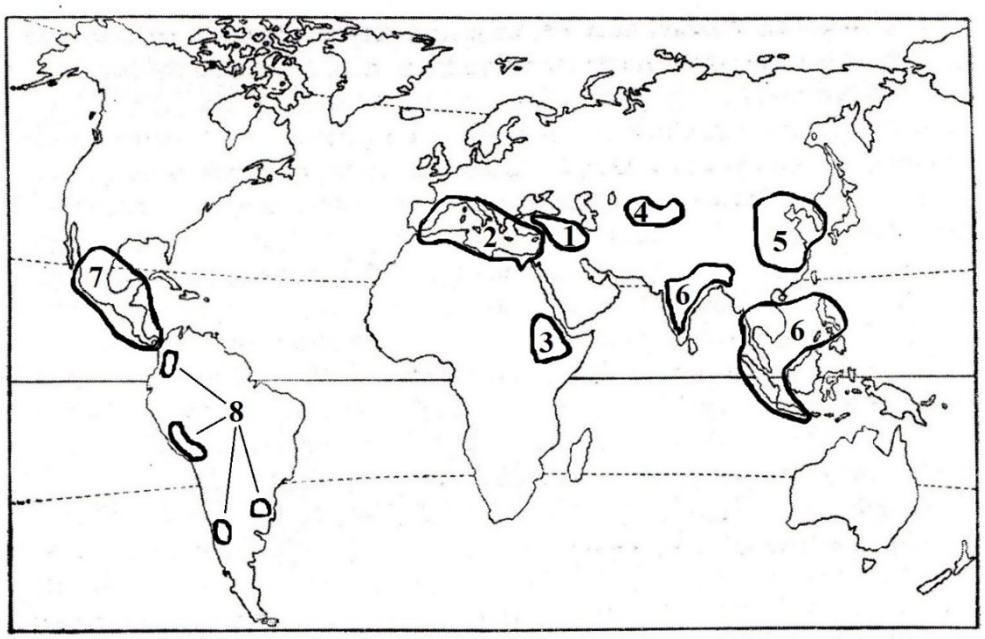
6. **Které rostliny ČR patří mezi <u>archeofyty</u>? (1)**
   a. bodlák obecný, šťovík kadeřavý
   b. tužebník obecný, mochna plazivá
   c. **koukol polní, mák vlčí**
7. **Které rostliny můžeme označit za <u>neofyty</u>? (1)**
   a. Ty, jež byly zavlečeny do území před objevením Ameriky.
   b. Ty, jež byly zavlečeny do území po objevení Afriky.
   c. **Ty, jež byly zavlečeny do území po objevení Ameriky.**

8. **Které druhy mají v ČR reliktní areál? (1)**
   a. chmel otáčivý, kerblík lesní
   b. medvědice lékařská, bříza trpasličí
   c. plicník lékařský, kyčelnice cibulkonosná

9. **Napiš alespoň dva <u>endemity ČR</u> (2):**

……**jeřáb český, jeřáb milský, jeřáb sudetský, violka sudetská,** …

10. **Dopiš k centrům původu kulturních rostlin příklady plodin (ke každému nejméně dvě). (8)**



2 Středozemské …**oregano, dobromysl, fenykl, vavřín**

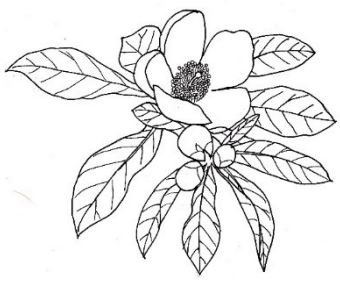
6 Jihoasijské…**chlebovník, čajovník, skořicovník, pepřovník černý, banánovník**

7 středoameriké…**paprika, kukuřice, batáty, vanilka, papaya, slunečnice, kakaovník,**

8 jihoamerické……**tabák, rajče, podzemnice olejná, ananasovník, lilek brambor,**

11. **Jak se jmenuje rostlina, která je ve volné přírodě vyhynulá, ale je ve sbírkách Botanické zahrady Teplice? (2)**

……**franklinie americká (*Franklinia alatamaha*)**……



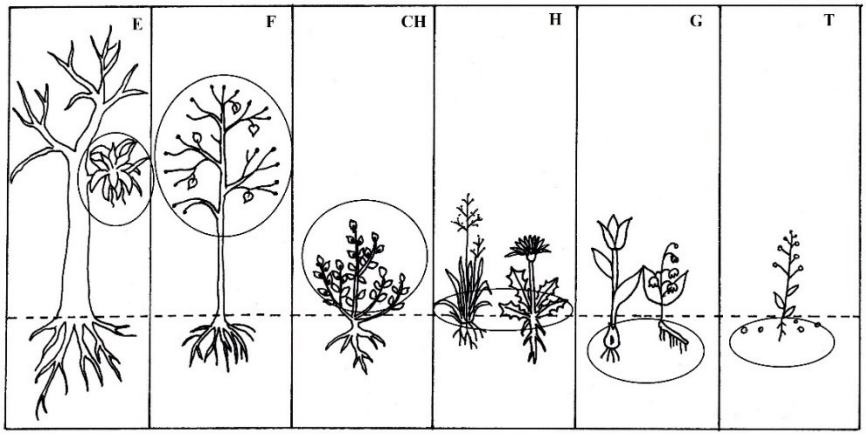
12. Napiš název a původ dvou endemických dřevin prezentovaných na venkovní ploše zahrady. (2)

……**jedle numidská**…… ……**pajehličník přeslenitý**……

……**sever Afriky**…… ……..**Japonsko**……

13. Která část Holartické oblasti je <u>z hlediska dřevin</u> druhově nejchudší? (1)

a. Evropa
b. Severní Amerika
c. východní Asie



Raunkiaerovy růstové fromy: E epifyty; F fanerofyty; CH chamaefyty; H hemikryptofyty; G geofyty; T terofyty

14. Přiřaď růstové formy, které jsou typické pro tropický deštný les a které pro pouště a polopouště? (4)

tropický deštný les — epifyty, fanerofyty
pouště a polopouště — geofyty, terofyty

15. Vysvětli pojem <u>florogeneze</u>. Pomůckou může být porovnáním vegetace třetihorní a dnešní flóry mostecké pánve. (2)

……**Proces postupného vytváření květeny určitého území**…….

body:……/53

jméno:…….

ročník:……

škola:……..

16 Metodika výzkumu

16.1 Cíle a výzkumné otázky

Cílem výzkumu je vyhodnotit jednotlivé otázky pracovních listů z hlediska počtu správných a nesprávných odpovědí a vypočítat jejich hodnotu a index obtížnosti. Dále je sledována úspěšnost žáků v určitých typech otázek, například zda je pro ně snazší uzavřená otázka – s volbou jedné správné odpovědi, nebo výběr několika správných odpovědí aj.

Výzkumná otázka 1: Jaké typy otázek ve vytvořených pracovních listech měly největší či nejnižší hodnotu obtížnosti?

Výzkumná otázka 2: Jaké typy otázek ve vytvořených pracovních listech měly největší či nejnižší index obtížnosti?

Výzkumná otázka 3: Jaké typy otázek žákům nejvíce vyhovují, nebo jim naopak dělají problémy?

16.2 Sběr dat

Pracovní listy byly vypracovány na základě RVP, ŠVP (Gymnázia Teplice) a středoškolských učebnic (Jelínek 2013, Kincl 2006, Kubát 2003), pro výuku botaniky v biologii na středních školách, zejména gymnaziálního typu. Některé otázky záměrně rozšiřují učivo střední školy, hlavně v oblastech fytogeografie a tropické botaniky (poznávání rostlin).

Nejprve bylo třeba oslovit jednotlivé školy (vyučující biologie) v regionu, zda by měly zájem o provázení s použitím pracovních listů. Formou elektronické pošty byly rozeslány informace o této akci cca padesáti učitelům gymnázií, zahradnických škol či environmentálně zaměřeným školám. Odezva nebyla příliš velká, ale Gymnázia Teplice, Bílina a Jateční v Ústí nad Labem přislíbila účast. Domluva termínů exkurzí probíhala přes účetní oddělení Botanické zahrady. Provázení probíhalo od června do prosince 2018. Celkem se zúčastnilo 131 žáků čtyř středních škol (Gymnázium Teplice, Bílina, Ústí nad Labem a Schola Humanitas v Litvínově).

Pracovní listy žáci dostávali těsně před provázením, u listů pro skleníky byla vždy skupina rozdělena na dvě a každá dostala jinou verzi pracovního listu. Žáci si do listů zapisovali během výkladu i po skončení, jelikož některé otázky jsou dosti obtížné. Po skončení exkurze

byly listy vybrány a jejich oprava proběhla později. Výsledky pracovních listů a nejčastější chyby byly neprodleně zaslány učiteli, který žáky při exkurzi dozoroval.

16.3 Statistické vyhodnocení

Od 131 žáků čtyř středních škol bylo získáno celkem 3057 odpovědí na všechny otázky z pracovních listů. Každý pracovní list byl vyhodnocen zvlášť a u každé z otázek byla vypočítána hodnota obtížnosti (Q) a index obtížnost (P), dle těchto vzorců:

$Q = 100 * \frac{n_n}{n}$, n_n je počet nesprávných odpovědí, n je celkový počet odpovědí.

$P = 100 * \frac{n_s}{n}$, n_s je počet správných odpovědí, n je celkový počet odpovědí.

Hodnota obtížnosti otázky udává procento žáků ve vzorku, kteří danou úlohu zodpověděli nesprávně anebo ji vynechali. Je-li $q > 80$, úloha je velmi obtížná. Je-li $q < 20$, úloha je příliš snadná. (Chráska 2016)

Index obtížnosti je procento žáků ve skupině, kteří danou úlohu zodpověděli správně. (Chráska 2016)

V tabulkách jsou také spočítána celková množství správných a nesprávných odpovědí jak u typů otázek, tak u každé jednotlivé otázky zvlášť. Z těchto počtů je sestaven graf poměru typů otázek zastoupených v pracovních listech.

17 Výsledky

Tabulka 1: Vyhodnocení jednotlivých typů otázek

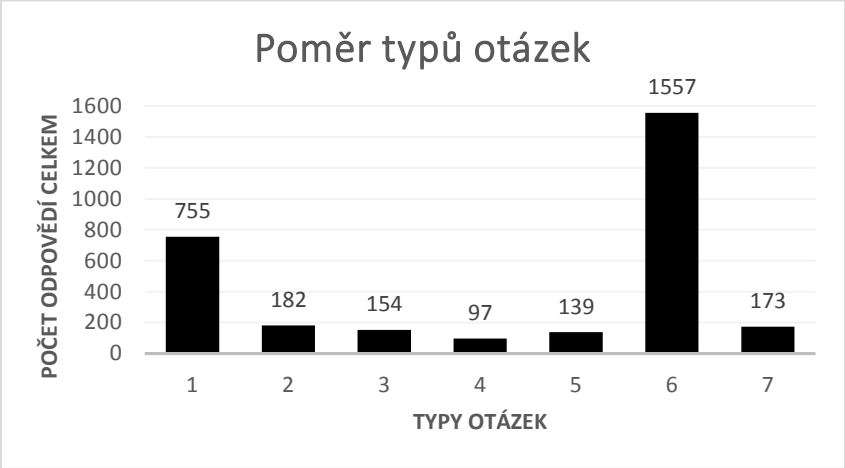
typ otázky	počet správných odpovědí	počet nesprávných odpovědí	celkem odpovědí	Index obtížnosti
Uzavřená otázka – s volbou jedné správné odpovědi	693	62	755	92
Uzavřená otázka - výběr několika správných odpovědí	105	77	182	58
Uzavřená otázka – přiřazovací	141	13	154	92
Uzavřená otázka - dichotomická	77	20	97	79
Otevřená otázka – vysvětlení pojmu	111	28	139	80
Otevřená otázka – se stručnou odpovědí (např. vyjmenovávání plodin, oblastí, atp.)	1195	362	1557	77
Otevřená otázka – práce s obrázkem	149	24	173	86
			3057	

Jak je vidět (viz tabulka 1) nejvíce otázek bylo typu Uzavřená otázka – s volbou jedné správné odpovědi a Otevřená otázka – se stručnou odpovědí (např. vyjmenovávání plodin, oblastí, atp.). Žáci v tomto případě nejlépe odpovídali na klasické, testové uzavřené otázky s volbou jedné správné odpovědi.

Zdánlivě nejhůře dopadla otázka typu Uzavřená otázka - výběr několika správných odpovědí. Index obtížnosti je v tomto případě trochu zkreslený, jelikož jako nesprávně zodpovězená otázka byla hodnocena i ta, která byla jen částečně nesprávně.

U otevřené otázky – práce s obrázkem, nešlo ani tak o chybné odpovědi, ale spíše o vynechávání. Výborně dopadaly uzavřené otázky – přiřazovací, tento typ otázky žádný z žáků nevynechal.

Rozebrání jednotlivých typů otázek a jejich úspěšnosti je zařazeno do diskuse této diplomové práce. Pro lepší orientaci je níže zařazen graf (viz graf 1), v němž je znázorněno zastoupení jednotlivých otázek v pracovních listech.



Graf 3: typy otázek v pracovních listech: 1. Uzavřená otázka – s volbou jedné správné odpovědi, 2. Uzavřená otázka - výběr několika správných odpovědí, 3. Uzavřená otázka – přiřazovací, 4. Uzavřená otázka - dichotomická, 5. Otevřená otázka – vysvětlení pojmu, 6. Otevřená otázka – se stručnou odpovědí (např. vyjmenovávání plodin, oblastí, atp.), 7. Otevřená otázka – práce s obrázkem

Tabulka 2: Vyhodnocení pracovního listu: Venkovní expozice

Vyhodnocení pracovního listu: Venkovní expozice					
číslo otázky	správná odpověď	nesprávná odpověď	Hodnota obtížnosti	Index obtížnosti	
1	57	2	3	97	Uzavřená otázka – s volbou jedné správné odpovědi
2	51	8	14	86	Uzavřená otázka - dichotomická
3	57	2	3	97	Uzavřená otázka – s volbou jedné správné odpovědi
4	57	2	3	97	Otevřená otázka – se stručnou odpovědí
5	38	21	36	64	Otevřená otázka – se stručnou odpovědí
6	38	21	36	64	Otevřená otázka – se stručnou odpovědí
7	59	0	0	100	Otevřená otázka – se stručnou odpovědí
8	49	10	17	83	Otevřená otázka – se stručnou odpovědí
9	38	21	36	64	Otevřená otázka – se stručnou odpovědí
10	34	25	42	58	Otevřená otázka – se stručnou odpovědí
11	32	27	46	54	Otevřená otázka – se stručnou odpovědí
12	58	1	2	98	Uzavřená otázka – s volbou jedné správné odpovědi
13	17	42	71	29	Otevřená otázka – se stručnou odpovědí

14	53	6	10	90	Uzavřená otázka – s volbou jedné správné odpovědi
15	35	24	41	59	Otevřená otázka – vysvětlení pojmu
16	50	9	15	85	Otevřená otázka – se stručnou odpovědí
17	52	7	12	88	Uzavřená otázka – přiřazovací
18	59	0	0	100	Uzavřená otázka – s volbou jedné správné odpovědi
19	53	6	10	90	Otevřená otázka – se stručnou odpovědí
20	40	19	32	68	Otevřená otázka – se stručnou odpovědí
21	53	6	10	90	Otevřená otázka – se stručnou odpovědí
22	40	19	32	68	Otevřená otázka – se stručnou odpovědí
23	58	1	2	98	Otevřená otázka – práce s obrázkem
24	41	18	31	69	Otevřená otázka – se stručnou odpovědí
25	52	7	12	88	Otevřená otázka – se stručnou odpovědí
26	29	30	51	49	Uzavřená otázka - výběr několika správných odpovědí
27	56	3	5	95	Otevřená otázka – se stručnou odpovědí
28	35	24	41	59	Uzavřená otázka - výběr několika správných odpovědí

Při pohledu do tabulky (viz tabulka 2) výpočtů pracovního listu Venkovní expozice si můžeme všimnout, že hodnoty obtížnosti u deseti otázek jsou výrazně menší než 20 (ot. 1, 3, 4, 7, 12, 18, 19, 21, 23, 27). To znamená, že jsou úlohy příliš snadné. Ostatní typy otázek jsou ve správném rozmezí hodnot obtížnosti od 20 do 80. Index obtížnosti ukazuje, že většina otázek byla zodpovězena úspěšně. Největší obtíže žákům dělala otázka č. 13, která zní takto (červeně autorské řešení):

13. Čeleď <u>bobovité</u>: ke každé růstové formě napiš příklad rostliny. (3)

a. liána ……**vistárie**……..……
b. strom …… **nahovětvec dvoudomý** ……..……
c. bylina …… **lupina mnoholistá** ……

Tato otázka byla v definitivní podobě pracovního listu Venkovní expozice částečně upravena.

Tabulka 3: Vyhodnocení pracovního listu: Fytogeografie

Vyhodnocení pracovního listu: **Fytogeografie**					
číslo otázky	správná odpověď	nesprávná odpověď	Hodnota obtížnosti	Index obtížnosti	
1	20	1	5	95	Otevřená otázka – práce s obrázkem
2	20	1	5	95	Otevřená otázka – vysvětlení pojmu
3	21	0	0	100	Uzavřená otázka – přiřazovací
4	18	3	14	86	Otevřená otázka – práce s obrázkem
5	21	0	0	100	Uzavřená otázka – přiřazovací
6	20	1	5	95	Uzavřená otázka – s volbou jedné správné odpovědi
7	20	1	5	95	Uzavřená otázka – s volbou jedné správné odpovědi
8	19	2	10	90	Uzavřená otázka – s volbou jedné správné odpovědi
9	20	1	5	95	Otevřená otázka – se stručnou odpovědí
10	19	2	10	90	Otevřená otázka – práce s obrázkem
11	21	0	0	100	Otevřená otázka – se stručnou odpovědí
12	10	11	52	48	Otevřená otázka – se stručnou odpovědí
13	19	2	10	90	Uzavřená otázka – s volbou jedné správné odpovědi
14	17	4	19	81	Uzavřená otázka – přiřazovací
15	21	0	0	100	Otevřená otázka – vysvětlení pojmu

Tabulka vyhodnocení pracovního listu Fytogeografie (viz tabulka 3) se opět potýká s nízkými hodnotami obtížnosti. Největší obtíže žákům dělala otázka č. 12, která zní takto (červeně autorské řešení):

12. Napiš název a původ dvou endemických dřevin prezentovaných na venkovní ploše zahrady. (2)

…….**jedle numidská**…… …….**pajehličník přeslenitý**……

……**sever Afriky**…… ……**Japonsko**……

Tato otázka byla v definitivní podobě pracovního listu Fytogeografie částečně upravena.

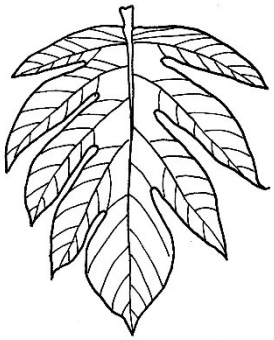
Tabulka 4: Vyhodnocení pracovního listu: Skleníky 1

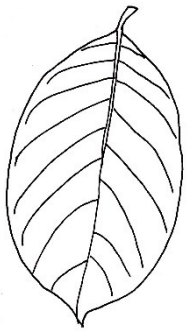
Vyhodnocení pracovního listu: **Skleníky 1**					
číslo otázky	správná odpověď	nesprávná odpověď	Hodnota obtížnosti	Index obtížnosti	
1	18	1	5	95	Otevřená otázka – se stručnou odpovědí
2	19	0	0	100	Otevřená otázka – se stručnou odpovědí
3	12	7	37	63	Otevřená otázka – se stručnou odpovědí
4	19	0	0	100	Uzavřená otázka – s volbou jedné správné odpovědi
5	14	5	26	74	Uzavřená otázka – s volbou jedné správné odpovědi
6	14	5	26	74	Otevřená otázka – se stručnou odpovědí
7	19	0	0	100	Uzavřená otázka – s volbou jedné správné odpovědi
8	19	0	0	100	Otevřená otázka – vysvětlení pojmu
9	19	0	0	100	Uzavřená otázka – s volbou jedné správné odpovědi
10	13	6	32	68	Otevřená otázka – práce s obrázkem
11	14	5	26	74	Uzavřená otázka – s volbou jedné správné odpovědi
12	13	6	32	68	Otevřená otázka – se stručnou odpovědí
13	19	0	0	100	Uzavřená otázka – s volbou jedné správné odpovědi
14	13	6	32	68	Otevřená otázka – se stručnou odpovědí
15	19	0	0	100	Uzavřená otázka – s volbou jedné správné odpovědi
16	14	5	26	74	Otevřená otázka – se stručnou odpovědí
17	15	4	21	79	Uzavřená otázka - dichotomická
18	16	3	16	84	Otevřená otázka – vysvětlení pojmu
19	15	4	21	79	Uzavřená otázka – s volbou jedné správné odpovědi
20	15	4	21	79	Otevřená otázka – se stručnou odpovědí
21	17	2	11	89	Otevřená otázka – se stručnou odpovědí
22	11	8	42	58	Uzavřená otázka - dichotomická

Pracovní listy skleníků (viz tabulka 4) jsou dosti obtížné a bez výkladu by žák nebyl schopen na většinu otázek odpovědět. Proto jsou některé hodnoty obtížnosti nulové (žák slyšel

a zapsal). Nejobtížnější otázkou pracovního listu Skleníky 1 se stala otázka č. 22 (červeně autorské řešení):

22. Bredfruit je plod chlebovníku obecného a jackfruit plod chlebovníku různolistého. Oba druhy se liší tvarem listu. Pod obrázky napiš název druhu. (2)





…… ***chlebovník obecný*** …… ……. ***chlebovník různolistý*** ……

Tato otázka, byla v definitivní podobě pracovního listu Fytogeografie, částečně upravena.

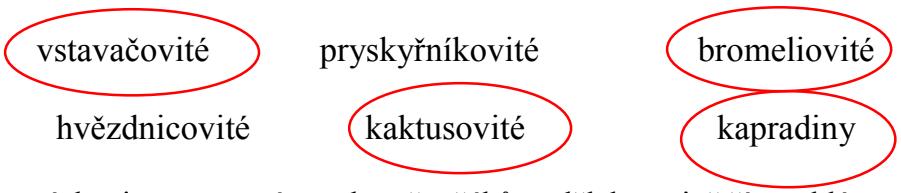
Tabulka 5: Vyhodnocení pracovního listu: Skleníky 2

Vyhodnocení pracovního listu: Skleníky 2					
číslo otázky	správná odpověď	nesprávná odpověď	Hodnota obtížnosti	Index obtížnosti	
1	19	13	41	59	Otevřená otázka – se stručnou odpovědí
2	30	2	6	94	Uzavřená otázka – s volbou jedné správné odpovědi
3	30	2	6	94	Otevřená otázka – se stručnou odpovědí
4	28	4	13	88	Otevřená otázka – se stručnou odpovědí
5	31	1	3	97	Otevřená otázka – se stručnou odpovědí
6	29	3	9	91	Uzavřená otázka – s volbou jedné správné odpovědi
7	15	17	53	47	Uzavřená otázka - výběr několika správných odpovědí
8	32	0	0	100	Uzavřená otázka – s volbou jedné správné odpovědi
9	21	11	34	66	Otevřená otázka – práce s obrázkem
10	26	6	19	81	Uzavřená otázka - výběr několika správných odpovědí
11	30	2	6	94	Otevřená otázka – se stručnou odpovědí
12	21	11	34	66	Otevřená otázka – se stručnou odpovědí

13	30	2	6	94	Otevřená otázka – se stručnou odpovědí
14	30	2	6	94	Uzavřená otázka – s volbou jedné správné odpovědi
15	18	14	44	56	Otevřená otázka – se stručnou odpovědí
16	29	3	9	91	Otevřená otázka – se stručnou odpovědí
17	30	2	6	94	Uzavřená otázka – s volbou jedné správné odpovědi
18	17	15	47	53	Uzavřená otázka – s volbou jedné správné odpovědi
19	25	7	22	78	Uzavřená otázka – s volbou jedné správné odpovědi
20	30	2	6	94	Uzavřená otázka – přiřazovací
21	26	6	19	81	Otevřená otázka – se stručnou odpovědí

Poslední vyhodnocení (viz tabulka 5) je zaměřeno na pracovní list Skleníky 2. Pro tento list platí to samé, co se týče obtížnosti, jako pro Skleníky 1. Hodnoty obtížnosti jsou vyšší. Z indexů obtížnosti lze vyčíst, že nejtěžší otázkou je č. 7 (červeně autorské řešení):

7. Zakroužkuj, ve kterých skupinách rostlin je významný počet epifytních druhů. (4)



Tato otázka je potvrzením toho, že žákům dělaly největší problém otázky typu: Uzavřená otázka - výběr několika správných odpovědí. Také formální znění otázky není zcela správně, a proto je ve finálních pracovních listech částečně přepracována.

Všechna tato zjištění plus věcné připomínky vedoucí práce, vedly k vytvoření definitivní podoby pracovních listů, které najdete v příloze diplomové práce (viz Příloha 1.)

18 Shrnutí a sebereflexe

Na základě dostupné literatury a pracovních listů různých mimoškolních vzdělávacích institucí bylo pro vypracování pracovních listů Botanické zahrady Teplice vybráno sedm typů otázek, jež ve své studii uvádí například Mrázová (2013) a Šlégrová (1993), Prostudovány byly pracovní listy Botanické zahrady Praha (Troja), Národního muzea v Praze, Moravského zemského muzea Brno.

Při zpětném pohledu na data, která jsem získal při statistickém vyhodnocení, musím konstatovat, že zastoupení typů otázek v pracovních listech mohlo být rovnoměrnější. Z výsledků a grafu č. 1 je zřejmé, že převažují otázky typu: Uzavřená otázka – s volbou jedné správné odpovědi a Otevřená otázka – se stručnou odpovědí (např. vyjmenovávání plodin, oblastí, atp.). Co se týče požadavku vyváženosti pracovních listů, toto problém být může, ale při provázení tyto typy otázek nezdržují žáky od poslechu výkladu, což lze brát jako výhodu.

Cílem výzkumu bylo praxí na studentech ověřit vhodnost otázek v pracovních listech, které bude Botanická zahrada Teplice využívat k edukační činnosti. K vyhodnocení otázek bylo využito dat získaných při samotných exkurzích. Ověřování vlastností otázek pracovního listu bylo prováděno výpočty indexu a hodnoty obtížnosti.

Některé otázky vykazují nízkou hodnotu obtížnosti. Ty, které ji mají nižší než dvacet, by z klasického didaktického testu měly být vyřazeny. (Chrástka 1999) V tomto případě, ale posuzujeme otázky pracovního listu, a tak nízkou hodnotu obtížnosti nepovažuji za chybu, jelikož se jedná většinou o nové termíny, které byly řečeny při výkladu (žák neprokazuje předchozí znalost) a jejich zapsání do pracovního listu má vést k lepšímu zapamatování. Zároveň je problém v přednášené látce samotné, která je ve škole probírána jen okrajově (fytogeografie, tropické rostliny aj.), a proto musí být při exkurzi zmíněna buď de novo, nebo zopakována.

Data získaná výpočtem indexu obtížnosti ukazují, že žákům většina otázek nedělala velké potíže. Například uzavřená otázka – přiřazovací je pro žáky snadná tím, že mohou odpovědi odvodit a dvojice spojit správně. V otázce, kde je vyžadován odborný termín k typu opylování si žák odpověď snadno odvodí, jelikož předponu „ento“ (pocházející ze slova entomon – hmyz) znají žáci i z jiných slov jako například entomologie aj. Nebo v případě přiřazování jedu k rostlině, ve které se vyskytuje, mají žáci v otázce nápovědu v latinských názvech rostlin (např. digitoxin = *Digitalis*).

Dalším pro žáky velmi snadným typem otázky v pracovních listech je uzavřená otázka – s volbou jedné správné odpovědi. Pravděpodobně nejde o náhodné typování. Žáci mají v krátkodobé paměti stále informace, které získali během exkurze, uloženy a když vidí napsaný termín v pracovním listu tak se jim vybaví. Situace by byla jiná, kdybychom žádali napsat například vědecký název rostliny, která poskytuje dřevo zvané mahagon. Žák by si asi těžko vybavoval název *Swietenia macrophylla.* U tohoto typu otázky jde tedy spíše o podvědomé vybavení pojmu a selekci možných odpovědí otázky. Také je možné, že studenti při samostatném procházení skleníků jednoduše vyhledají danou rostlinu a informaci zjistí pozorováním, nebo přečtením popisové cedulky.

Nejhůře dopadly otázky typu: Otevřená otázka – se stručnou odpovědí a Uzavřená otázka - výběr několika správných odpovědí.

V případě otevřené otázky – se stručnou odpovědí jde právě o problém, že žák pojem během provázení sice slyšel, byl vysvětlen jeho význam a má ho někde v krátkodobé paměti uložen, ale není schopen si ho vybavit a napsat. Mnohem lépe by odpověděl, kdyby měl vybrat z několika možných odpovědí.

Nejvíce chyb dělali žáci v otázkách typu uzavřená otázka - výběr několika správných odpovědí. V pracovních listech této práce jsou tyto otázky „kroužkovací“. Ve znění otázky je jasně uvedeno, kolik správných odpovědí na otázku má žák zakroužkovat. Chyby spočívaly hlavně v tom, že žáci nezakroužkovali požadovaný počet odpovědí, což napovídá, že nepozorně četli zadání otázky. Nepozornost čtení a špatné porozumění otázkám se nevyskytovalo pouze u tohoto typu otázek. Samozřejmě žáci dělali chyby také v zakroužkování nesprávných odpovědí. To je dáno velkým počtem pojmů, které byly při exkurzi prezentovány. Je pochopitelné, že při hodnocení pracovních listů učitelem, nebude tento typ otázek hodnocen nula body v případě, že bude otázka jen částečně nesprávná, počet bodů na tuto otázku odpovídá počtu požadovaných odpovědí, a tak může učitel přiřadit body dle skutečného skóre.

Učitelé, kteří byli do ověřování pracovních listů zapojeni, si pochvalovali, že budou žáci při exkurzi aktivněji zapojeni. Takováto služba jim v Botanické zahradě Teplice chyběla.

19 Diskuse

Práce, zabývající se vytvářením pracovních listů, se prakticky shodují ve výběru typů otázek. Jedná se o uzavřená otázka – s volbou jedné správné odpovědi, uzavřená otázka - výběr několika správných odpovědí, uzavřená otázka – přiřazovací, uzavřená otázka - dichotomická, otevřená otázka – vysvětlení pojmu, otevřená otázka – se stručnou odpovědí, otevřená otázka – práce s obrázkem. (Mrázová 2013, Šlégrová 1993) Rovněž do pracovních listů, vytvořených pro Botanickou zahradu Teplice, byly zařazeny všechny uvedené typy otázek.

Jen malé procento pracovních listů mimoškolních vzdělávacích institucí se zaměřuje na střední školy. Většinou se jedná o materiály pro první či druhý stupeň základních škol. (Svobodová 2018, Šanda 2017, Cebáková 2015, Tříska 2015) Jelikož pracovní listy pro základní školy s využitím v Botanické zahradě Teplice již vytvořila Mgr. Simona Svobodová (2018), přistoupil jsem k vytvoření materiálů pro střední školy. Pracovní listy jsou tudíž náročnější a při jejich vyplňování je nutná úzká spolupráce průvodce a žáka.

Listy různých mimoškolních vzdělávacích institucí jsou si dost podobné, co se jejich obsahu týče. Pracuje se s obdobnými informacemi. (Svobodová 2018, Šanda 2017, pracovní listy Botanické zahrady Praha) Dalo by se říci, že listy jedné instituce by se daly použít ve více institucích. V tomto směru tedy chybí jakási specifičnost otázek nebo lépe řečeno otázky šité na míru dané botanické zahradě, zoologické zahradě, muzeu aj. Toho se dá docílit tím, že zjistíme, které organismy případně exponáty jsou pro danou instituci unikátní, které jinde nemají, a pak je zahrnout do výukových materiálů.

Velice častým jevem v pracovních listech všeho druhu je používání barevných obrázků nebo fotografií. (Svobodová 2018, Šanda 2017, pracovní listy Botanické zahrady Praha) Tisk takovýchto materiálů je finančně náročný. Pokud by byla služba provázení a poskytnutí pracovních listů zpoplatněna, tak listy mohou být barevné. V Botanické zahradě Teplice žáci platí pouze vstupné, a proto byly zvoleny černobílé pracovní listy, doplněné pérovkami, které mnohdy lépe vystihují detaily, na něž se má pozorovatel zaměřit.

20 Závěr

Botanická zahrada Teplice je významnou institucí Ústeckého kraje, která plní pro společnost hned několik významných funkcí. První je sbírková činnost mnohdy ohrožených druhů rostlin, díky čemuž dochází k jejich zachování pro další generace. Jmenujme druhy jako *Wollemia nobilis, Franklinia alatamaha* aj. Druhou funkcí botanické zahrady je vzdělávání. Práce s veřejností probíhá, anebo by měla probíhat, na úrovni běžných návštěvníků, kteří v zahradě nejsou osloveni pouze krásou květin, ale dozvědí se také o ekologii rostlin, ochraně životního prostředí ve světě i v regionu, ve kterém žijí. Práce s veřejností zahrnuje také výchovu mladé generace. Probíhá spolupráce se školskými zařízeními, která po zahradě žádají výukové exkurze, jež by učitelům pomohly v rámci výuky botaniky či ekologie. Pro tento účel také vznikly předkládané pracovní listy. Třetí funkcí, která není zanedbatelná, je pobyt v krásném prostředí tvarů, barev a vůní. Je obecně známo, že severní Čechy jsou silně zasaženy těžbou hnědého uhlí, a proto je takových míst, jako jsou botanické zahrady, parky, zoologické zahrady apod. více než potřeba.

V rámci této práce byly vytvořeny pracovní listy tří typů. Pracovní list Fytogeografie, pracovní list Venkovní expozice a dvě verze pracovního listu Skleníky. Témata a obsah pracovních listů byly konzultovány s pracovníky zahrady a porovnávány s potřebami školských zařízení v rámci RVP, ŠVP a středoškolských učebnic. Ke každému typu pracovních listů byly také vypracovány texty pro přípravu učitelů nebo provázejících (pracovník zahrady, brigádník), které shrnují informace přednášené žákům během prohlídky. Provázení tedy může dělat kdokoliv, kdo si příslušné texty a pracovní listy nastuduje a nemusí tak využívat služby odborných pracovníků zahrady (ti jsou, ale k provázení škol velice vstřícní). Trasy provázení a nejdůležitější prezentované rostliny byly zakresleny do mapek zahrady a skleníků (Příloha 2). Všechny typy listů byly otestovány přímo na studentech. Exkurzí se účastnila Gymnázia Teplice, Bílina, Ústí nad Labem a Schola Humanitas v Litvínově. Celkem se účastnilo 131 studentů.

Nedílnou součástí práce bylo vyhodnocení výsledků vypracovaných pracovních listů a pokus o zodpovězení otázky, které typy otázek žáci ovládají lépe a které hůře. K tomuto bylo využito výpočtů, které se běžně používají při vyhodnocování didaktických testů, a bylo přihlédnuto k tomu, že se jedná o pracovní listy a ne didaktické testy. Všechna tato zjištění plus věcné připomínky vedoucí práce, vedly k vytvoření definitivní podoby pracovních listů, které

najdete v příloze diplomové práce. Součástí kapitoly shrnutí a závěr (viz kapitola 15) jsou stati, v nichž je pojednáno o preferenci různých typů otázek žáky a obtíží při jejich vypracovávání.

Učitelé, kteří se provázení zúčastnili, s povděkem kvitovali vznik pracovních listů a jejich kvalitu. Exkurzí do botanické zahrady se účastní v rámci výuky botaniky každoročně, ale vždy jim tato činnost chyběla. Díky pracovním listům se žáci více soustředí na výklad průvodce a dozvědí se řadu zajímavostí. Vyplněné a ohodnocené listy si mohou založit do sešitu a používat je jako studijní pomůcku.

Z praktických zkušeností pracovníků zahrady vyplývá, že bez průvodce a pracovních listů žáci zahradou rychle proběhnou, nezastaví se u konkrétních rostlin, částí zahrady, neodnesou si téměř žádné nové poznatky. Na zahradě jim nepřijde nic zjevně zajímavého.

Finální verze pracovních listů, texty provázení a mapky, budou umístěny na internetových stránkách Botanické zahrady Teplice, kde si je případní zájemci mohou pohodlně stáhnout a použít.

21 Literatura

ALBERTS, A., MULLEN P., et ŠÍROVÁ-MOTYČKOVÁ, K. ed. (2004): *Přírodní afrodiziaka*. Praha: Svojtka & Co.

BURNIE, D. (2006): *Rostliny Středomoří*. V Praze: Knižní klub.

BURNIE, G. (2007): *Botanika: ilustrovaný abecední atlas 10 000 zahradních rostlin s návodem, jak je pěstovat*. Praha: Slovart.

CAMPBELL, N. A. et REECE J. B. (2006): *Biologie*. Brno: Computer Press.

CEBÁKOVÁ, Z. (2015): *Tvorba a ověření výukových programů pro žáky 2. stupně ZŠ v ZOO Plzeň*. Praha, Diplomová práce. Pedagogická fakulta, Univerzita Karlova.

FLEGR, J. (2009): *Evoluční biologie*. 2., vyd. Praha: Academia.

GRATIAS, J. (2006): *Podivné rostliny s kaudexy a pachykauly*. Praha: Brázda.

GRULICH, V. (2014): *Kde rostou naše endemity*. Český Brod: Přírodovědná společnost.

GRUNERT, Ch., VIEDT G., et KAUFMANN G. (1979): *Kaktusy a iné sukulenty*. Bratislava: Príroda.

HAAGER J. et RYBKOVÁ R. (2012): *Pokojové rostliny: Ottův atlas*. Praha: Ottovo nakladatelství.

HENDRYCH, R. (1984): *Fytogeografie*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.

HIEKE, K. (2008): *Encyklopedie jehličnatých stromů a keřů*. Brno: Computer Press.

HORÁČEK, P. (2007): *Encyklopedie listnatých stromů a keřů*. Brno: Computer Press.

CHLUPÁČ, I. (2011): *Geologická minulost České republiky*. Vyd. 2., opr. Praha: Academia. Neživá příroda. ISBN 978-80-200-1961-5.

CHRÁSKA, M. (1999): *Didaktické testy: příručka pro učitele a studenty učitelství*. Brno.

CHYTRÁ M., HANZELKA P. et KACEROVSKÝ R. (2010): *Botanické zahrady a arboreta České republiky*. Praha: Academia.

JANDOVÁ, I, JANDA J. et ZATLOUKAL V. (2013): *Pestrý svět sukulentů*. Olomouc: Rubico.

JELÍNEK, J. et ZICHÁČEK V. (2013): *Biologie pro gymnázia*: (teoretická a praktická část). 10. vyd. Olomouc: Nakladatelství Olomouc.

JEŘÁBEK, O. et BÍLEK, M. (2010): *Teorie a praxe tvorby didaktických testů*. Olomouc

KAVINA, K. (1924): *Botanika zemědělská*: zemědělské mládeži akademické, učitelstvu, technikům, hospodářům, lesníkům i každému, kdož se o život rostlin a říši rostlinnou zajímají. I. Praha: Ministerstvo zemědělství.

KAVINA, K. (1925): *Botanika zemědělská: zeměd*. mládeži akad., učitelstvu, technikům, hospodářům, lesníkům i každému, kdož se o život rostlin a říši rostlinnou zajímají. II. Praha: Minist. zeměd.

KINCL, L., KINCL, M. et JAKRLOVÁ, J. (2006): *Biologie rostlin: pro 1. ročník gymnázií*. 4., přeprac. vyd. Praha: Fortuna.

KUBÁT, K. (2003): *Botanika*. 2. vyd. Praha: Scientia, pedagogické nakladatelství, 2003,

KUNTE, L., GRATIAS J. et PAVELKA P. (2011): *Encyklopedie kaktusů a jiných sukulentů*. Brno: Computer Press.

KVAČEK, Z. et al. (2004) *Třetihorní rostliny severočeské hnědouhelné pánve*. Praha: Granit, 2004. ISBN 80-7296-029-6.

LHOTSKÁ, M. et KRIPPELOVÁ T. (1987): *Ako sa rozmnožujú a rozširujú rastliny*. Bratislava: Obzor.

MRÁZOVÁ, L. (2013): *Tvorba pracovních listů: metodický materiál*. Brno: Moravské zemské muzeum.

ONDRÁŠEK, I. (2011): *Tropické ovocné druhy*. Ilustroval Pavel VALÍČEK. Brno: Mendelova univerzita v Brně.

PAVLASOVÁ, L. et al. (2015): *Přírodovědné exkurze ve školní praxi*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta.

PAVLIŠ, J., JELÍNEK P., et KOBLÍŽEK J. (2002): *Užitkové rostliny tropů a subtropů*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. ISBN 80-7157-627-1.

PRACH, K. ŠTECH M. ŘÍHA P. (2009): *Ekologie a rozšíření biomů na Zemi*. Praha: Scientia.

PRICE, K. (2014): *Kew: Royal Botanic Gardens*. 1. Richmond: Royal Botanic Gardens.

PROCHÁZKA, S. (1998): *Fyziologie rostlin*. Praha: Academia.

ROHWER, J. G. (2006): *Tropické rostliny*. Vyd. 2. Praha: Knižní klub.

ROLOFF, A. et BÄRTELS A. (2018): *Flora der Gehölze*. 5. Stuttgart: Ulmer.

SAFFORD W. E. (1914): *Acacia cornigera and its allies*. Journal of the Washington Academy of Sciences, [s. l.], v. 4, n. 13, p. 356.

SCHÖNFELDER I. et P. (2010): *Léčivé rostliny*. Praha: Ottovo nakladatelství.

SINSKAJA, J. N. (1973): *Historická geografie kulturních rostlin*: (na úsvitě zemědělství). Praha: Academia.

SLAVÍKOVÁ, J. (1982): *Ekologie rostlin*. Praha: Univerzita Karlova.

STUDNIČKA M. (2006): *Masožravé rostliny: objekt badatelů, dobrodruhů a snílků*. Praha: Academia.

STUDNIČKA, M. (2009): *Kapradiny: atlas domácích a exotických druhů*. Praha: Academia.

SVOBODOVÁ, S. (2018): *Botanická zahrada v Teplicích jako místo pro výuku na II. stupni ZŠ.* Praha, Diplomová práce. Pedagogická fakulta, Univerzita Karlova.

ŠANDA, S. (2017): Využití Naučného botanického parku Přírodovědecké fakulty UJEP k přírodovědným exkurzím. Ústí nad Labem, Diplomová práce. Přírodovědecká fakulta, UJEP.

ŠLÉGROVÁ, Y. (1993): *Význam pracovních listů při nácviku dovedností žáků*. Pedagogika, časopis pro vědy o vzdělávání a výchově, XLIII(2), 191-196.

ŠVARC, D. (2003): *Masožravé rostliny*. Tišnov: Sursum.

TŘÍSKA, J. (2015): *Tvorba a ověřování pracovních listů z chemie pro žáky nižších stupňů víceletých gymnázií*. Praha, Diplomová práce. Pedagogická fakulta, Univerzita Karlova.

VANĚK, V. et STODOLA J. (1987): *Vodní a vlhkomilné rostliny*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství.

VĚTVIČKA, V. (2017): *Stromy a keře, mé životní lásky*. Praha: Aventinum.

Internetové zdroje:

1. The useful tropical database:

   http://tropical.theferns.info/viewtropical.php?id=Cecropia+palmata

2. https://www.conifers.org/po/Afrocarpus_gracilior.php
3. The cycad pages:

   http://plantnet.rbgsyd.nsw.gov.au/cgi-bin/cycadpg?taxname=Encephalartos+villosus

4. http://www.rosaklub.cz/Ruze/Ruze-v-CR/Osobnosti/Rudolf-Geschwind

Seznam příloh

Příloha 1 – Konečná verze pracovních listů a jejich autorská řešení.
Příloha 2 – Mapky a trasy provázení.
Příloha 3 – Fotografie vybraných rostlin, zmiňovaných v textu provázení.

Seznam obrázků

Obrázek 4 Vila (archiv města Teplic). 10

Obrázek 5: Hospodářská budova (archiv města Teplic). 10

Obrázek 3: Rozmístění skleníků (archiv města Teplic). 10

Obrázek 4: Skleníky po rekonstrukci v 70. letech 20. století (archiv BZ Teplice). 11

Obrázek 5: Současné skleníky (fotografie Anna Frolíková, 2018). 12

Seznam tabulek

Tabulka 2: vyhodnocení jednotlivých typů otázek 84

Tabulka 2: Vyhodnocení pracovního listu: venkovní expozice 85

Tabulka 3: vyhodnocení pracovního listu: fytogeografie 87

Tabulka 4: vyhodnocení pracovního listu: skleníky 1 88

Tabulka 5: vyhodnocení pracovního listu: skleníky 2 89

Seznam grafů

Graf 6: Typy otázek v pracovních listech. 85